

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 2612R011 Elektronické informační a řídicí systémy

Tvorba softwaru pro řízení výrobní linky

Gamma

Creating management software assembly line

Gamma

Bakalářská práce

Autor:	Petr Jiroušek
Vedoucí práce:	Ing. David Lindr
Konzultant:	Ing. Martin Diblík, Ph.D.

V Liberci 20. 5. 2011

Zadani ze stagu

PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne 20. 05. 2011

.....
Petr Jiroušek

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval především Ing. Jiřímu Vitákovi, za umožnění napsání mé bakalářské práce.

Mé poděkování patří stejně tak Ing. Davidovi Lindrovi a Ing. Martinovi Diblíkovi, Ph. D. z ústavu mechatroniky a technické informatiky za odborné vedení mé práce a užitečné poznatky při tvorbě bakalářské práce.

V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu, kterou mi po celou dobu dávali.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá vytvářením softwaru pro jednoúčelovou výrobní linku RVL GM Gamma. Linka má za účel vyrobit, zkontrolovat a označit zámky zadních sedaček do automobilu Opel Astra. Řídící software má mít podobu vzoru dodaného zákazníkem, ovládání ovládacím panelem OP 77. Masky na tento panel jsou ve vzorovém projektu.

Na začátku práce je seznámení s navrženým jednoúčelovým strojem, abychom pochopili funkci a mohli začít programovat.

Samotné programování se provádí v prostředí Siemens Step7, v jazyku Ladder, který je preferován kvůli přehlednosti a jednodušší orientaci. Ovládací panel je navržen v prostředí WinCC. Dále je zde uveden seznam režimů, ve kterých je možné stroj spustit a nakonec popis hlavních funkčních bloků programu.

Klíčová slova:

jednoúčelový stroj

Výrobní linka

Step7

SIEMENS

WinCC

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the creation of software for single-purpose assembly line RVL GM Gamma. The unit's purpose is to create, check and mark rear seats locks in Opel Astra car. The control software should hve the form of a pattern supplied by a customer, and control by control panel OP 77. Mask for this panel are in the sample project.

Introduction to the designed single-purpose unit is at the beginning of the thesis, so that we can understand its function and start programming.

The programming itself is conducted in enviroment Siemens Step7, language Ladder, which is preferred due to better clarity and simplier orientation. The contol panel is designed in WinCC enviroment. Furthermore we provide the list of regimes in which you can start the machine and the description of main functions of program's block.

Key words:

Single-purpose machine

assembly line

Step7

SIEMENS

WinCC

OBSAH

Obsah	9
Seznam Obrázků	11
Seznam Tabulek	12
Seznam použitých zkratk a symbolů	13
1 Úvod:.....	15
2 Vytváření programu	16
3 Popis stroje	18
3.1 Linka	18
3.1.1 Vyráběný díl.....	18
3.2 Inspekční stroj AP35	19
3.3 Kontrolní stroj AP50	25
3.3.1 První pozice.....	26
3.3.2 Druhá pozice	28
3.3.3 Třetí pozice.....	30
4 Režimy provozu:	32
4.1 Ruční provoz	32
4.2 Kontrolní provoz	32
4.3 Automatický cyklus	32
4.4 Reset.....	33
4.4.1 Dlouhý reset	33
5 Popis automatického cyklu:	34
5.1 Funkční blok pro ovládání Inspekčního stroje:	34
5.2 Funkční blok pro ovládání Pozice 1:.....	35
5.3 Funkční blok pro ovládání Pozice 2:.....	35
5.4 Funkční blok pro ovládání Pozice 3:.....	36
6 Závěr	37
Použitá literatura	38
Příloha A: vývojový diagram inspekčního stroje.....	39

Příloha B: vývojový diagram Pozice 1.....	42
Příloha C: vývojový diagram Pozice 2.....	45
Příloha D: vývojový diagram Pozice 3	49
Příloha E: Cd.....	51

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Linka.....	18
Obrázek 2 Zámek bez plechu - odemčený	19
Obrázek 3 Zámek s plechem, zamčený.....	19
Obrázek 4 RVL GAMMA - Inspekční stroj	20
Obrázek 5 RVL GAMMA - Inspekční stroj	21
Obrázek 6 RVL GAMMA - Padací dveře.....	21
Obrázek 7 RVL GAMMA - pohled do stroje	22
Obrázek 8 RVL GAMMA - zvedací stroj.....	23
Obrázek 9 RVL GAMMA - Přípravek - detekce pružin klínu.....	23
Obrázek 10 RVL GAMMA - přípravek - detekce pružin	24
Obrázek 11 RVL GAMMA - Kontrolní stroj	25
Obrázek 12 RVL GAMMA - Kontrolní stroj – zobrazení pozic	26
Obrázek 13 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - První pozice	27
Obrázek 14 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - pozice kontroly pružiny a krytky	27
Obrázek 15 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - 2. pracovní pozice	28
Obrázek 16 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - kontrola zamykání nebo vytržení.....	29
Obrázek 17 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - 3. Pozice.....	30
Obrázek 18 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - manipulátor	31
Obrázek 19 jedna maska z ručního režimu	32
Obrázek 20 obrazovka kontrolního režimu.....	32
Obrázek 21 první obrazovka automatiky	33
Obrázek 22 obrazovka s aktuálními počty dílů.....	33
Obrázek 23 jedna z obrazovek nastavení indikátoru.....	33
Obrázek 24 příklad jednoho networku, toto je konkrétně nw. č. 13	34

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Inspekční stroj - seznam komponent	24
Tabulka 2 – Kontrolní stroj - seznam komponent.....	31
Tabulka 3 - inspekční stroj - seznam chyb dílu.....	35
Tabulka 4 - kontrolní stroj - seznam chyb dílu	36

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

IO – díl bez chyb

NIO – díl, na kterém se našla chyba

I/O – input / output – vstupy / výstupy

OP – Operator panel – operační panel

PLC – programmable logic controller – programovatelná logická řídicí jednotka

RA1,2 – název rozvaděče

AP35,50 – název stroje, podle pořadí v lince

1 ÚVOD:

Jednouúčelové stroje se používají v průmyslu. Téměř každý je unikátní a vyroben je vždy na speciálně na jeden účel. Ten se může dost razantně měnit, stejně jako vzhled, cena a použité materiály. Na ovládání se používají ve většině případech PLC, nebo různé průmyslové počítače. Pohyby u těchto strojů bývají řešeny pneumatickými či hydraulickými válci, elektromotory. Jedno z hlavních rozdělení strojů záleží na tom, jak potřebují lidskou přítomnost k činnosti. Dělíme je na plně automatické, poloautomatické a ruční pracoviště.

Výrobní linka je sestava jednouúčelových strojů. Linka se skládá z ručních pracovišť a automatizovaných. Záleží na vyráběném dílu. Obsahuje pracoviště na podsestavy, ze kterých se skládá díl. A z kontrolních pracovišť, které mají za úkol zkontrolovat a ozkoušet díl.

Stroje, které poptá zákazník, se nejprve předběžně navrhnu a utvoří se přibližný rozpočet. Pokud vyhrajete výběrové řízení, následuje určitý čas, kdy má na starost navrzení stroje konstrukce. Musí zohlednit všechny požadavky zákazníka, jako je čas cyklu, kontrolu všech součástí nebo i dostatečnou rezervu, pro eventuální přidání dalších testů, či oprav. V naší firmě konstruktéři vytváření a navrhují celý vzhled ve 3D a funkčnost stroje. Kreslí a pracují v systému SolidWorks. Po dokončení návrhu konstrukce musí hlavní konstruktér na tzv. konstrukční přejímku k zákazníkovi, kde se rozhoduje, jestli může takový stroj fungovat a být vyroben. Po projednání všech zjištěných nedostatků, následuje návrh elektro a pneu schémat. To má na starost elektro návrhář, který kreslí a navrhuje v prostředí ePlan.

Současně s navrhováním zapojení probíhá výroba všech součástí stroje. Větší desky se nejprve vyřezávají vodním paprskem, menší se připravují na CNC frézkách. Většinou používáme na výrobu desek a přípravků dural, pokud není potřeba větší pevnost. Po dokončení výroby začínají svojí práci mechanici, kteří musí stroj sestavit, aby mohli elektrikáři začít zapojovat.

Po dokončení návrhu schémat následuje moje práce, práce programátora. Tato práce, popsaná přesněji níže, obsahuje sepsání programu, navrzení obrazovek, oživení stroje, zkoušení a předání.

2 VYTVÁŘENÍ PROGRAMU

Programátor začíná napsáním hardwarové konfigurace do projektu a nastavení adres I/O.

Následuje vypsání symbol listu a komentářů k jednotlivým I/O do programu. V tomhle kroku kontroluje, jestli náhodou nechybí čidlo, které bude potřeba. Následuje napsání ručního provozu, který používají mechanici a elektrikáři při výrobě stroje. V ručním režimu se na obrazovku zobrazují stavy čidel, které jsou společné pro jeden ventil a ruční provoz musí obsahovat všechny výstupy, které na stroji jsou: válce, různé kontaktování, pohyby serv a motorů, možnost spuštění tisku, pokud máme zařízení určené pro popis, čtečky čárových kódů a další. Po dopsání ručního režimu s obrazovkami a zdrojovým blokem, následuje výpis všech možných i nemožných chyb, ke kterým by mohlo dojít z chyby hardwaru. Zobrazují se pro potřebu servisu a údržby, aby zákazník nemusel kvůli každému nedojetí válce na čidlo volat programátora, který zjistí, kde je program zaseknut. Po dopsání chyb je stroj většinou v podobě, kdy je možno ho zapnout do elektriky, nahrát a odladit hardwarovou konfiguraci a zprovoznit ruční režim, abychom ulehčili mechanikům s elektrikáři práci s nastavováním mechanismů a čidel.

Zde je dobré věnovat dostatek času na zkontrolování všech zapojených a nastavení čidel.

Následuje psaní obslužných bloků, které jsou specifické pro každý stroj. U tohoto stroje se jedná například o komunikaci s laserem Solaris, obsluhu kamerových snímačů Sick Inspector, přípravu datových částí, které se budou přenášet s každým dílem, a různé další.

Po dopsání většiny obslužných bloků následuje psaní samotného cyklu automatiky. Pro tuto činnost je dobré nejprve si rozmyslet a napsat eventuálně vývojový diagram, pokud ho zákazník vyžaduje. Když není potřeba vývojový diagram, tak je více než vhodné poznamenat si, v jakém pořadí se bude co testovat a chodit. Pro návrat do základní polohy je dobré vědět, jaký válec je nutné zasunout jako první pro případ, že se budou pohyby prolínat. Je potřeba znát, přesnou funkčnost stroje. Přepsání vývojového diagramu do jednotlivých kroků automatiky pak bude jednodušší, než vymýšlet celý běh stroje krok po kroku.

V tomto momentě nám chybí ještě jeden důležitý krok, a to, že nemáme zpracovaný blok návratu do základní polohy, tzv. reset, ve kterém jsou uvedeny všechny inicializace pohybů, jako například homing serv, přesuny válců do správných pozic a vymazání všech potřebných proměnných.

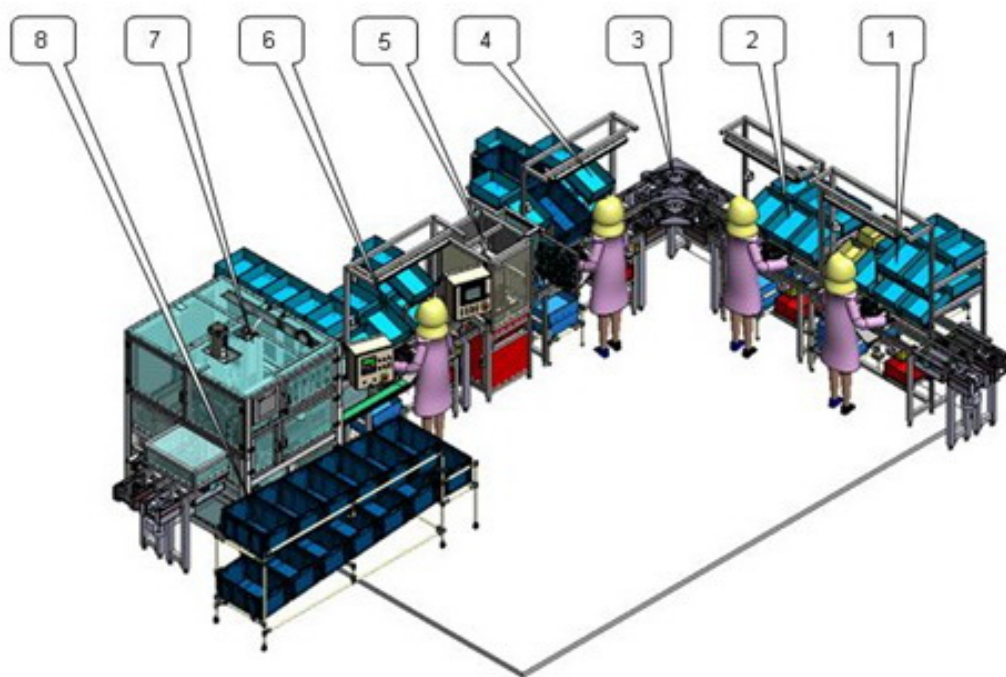
Po dopsání celého programu nastává fáze zkoušení a doladování. Před předáním linky si musíme být jisti, že stroj funguje tak jak má a nenastávají žádné komplikace. Je dobré, když si vyrobíme nastavné kusy, které simulují všechny chyby, které mohou nastat. S těmito kusy už můžeme zkoušet i opakovatelnost. Jakmile je všechno odzkoušeno, následuje přejímka od zákazníka. Ty si kontrolují stroj jako celek, všechny požadavky co požadovali a chtějí vidět běh celého projektu.

Po úspěšném předání linky následuje převoz do fabriky, kde se musí všechno zapojit, odzkoušet a znovu předat. Po odladění veškerých chyb, které mohli vzniknout převozem a vychytání dalších postřehů zákazníka, se provádí opakovatelnost prováděná zákazníkem. Po úspěšném odladění opakovatelnosti následuje testovací provoz, kde se zkouší a vyrábějí sériové díly nezainteresovanou osobou. Pokud se v testovacím provozu neobjeví další neočekávané chyby a všechno funguje jak má, zákazník si stroj převezme a až na reklamace není potřeba našeho zásahu.

3 POPIS STROJE

3.1 Linka

Linka RLV GM GAMA se skládá ze 4 ručních pracovišť (obr. 1, odrážka 1, 2, 4 a 6) a dvou automatů a pásů které převázejí palety mezi jednotlivými pracovišti. Na obr. 1 jsou automatické stanice vidět pod číslem 5, tj. Inspekční stroj a pod 7 je kontrolní stroj. Ruční pracoviště složí k umístění a montáži dílů na paletu. Každá obsluha má přesně stanovený postup, který je třeba dodržet. Kvůli potřebnému času cyklu jsou všechny díly a věci potřebné k smontování na dopravnících přímo u každého pracoviště. Zároveň ruční pracoviště obsahuje vždy jednu předzarážku a jednu zarážku. Na předzarážce je připravena paleta k zakládání dílů. Na zarážce je paleta, do které se vkládají díly. Zarážka slouží k určení polohy, kde se má paleta zastavit, aby měla obsluha co nejlepší ergonomii. Pracuje se na paletě, která je na zarážce. Paleta na předzarážce slouží jenom jako zásoba, aby se odboural čas přesunu. Pod číslem 8, je vidět dopravník na už hotové díly, které obsluha ručního pracoviště pod č. 6 má za úkol vzít z pásu dobrých dílů a uložit do balení.

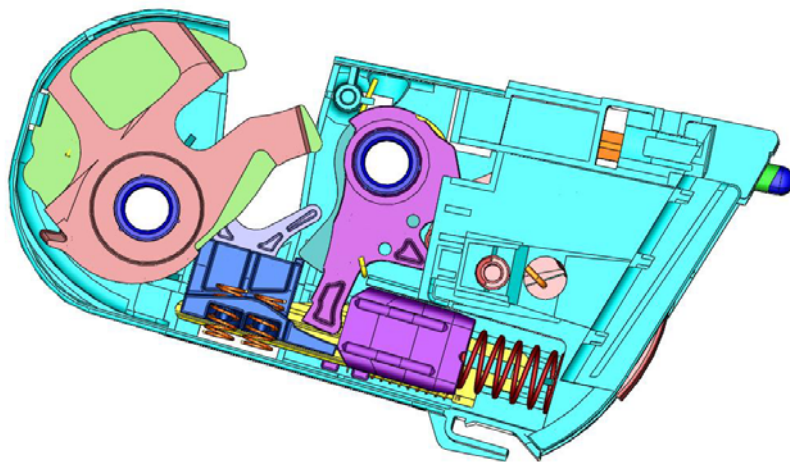


Obrázek 1 Linka

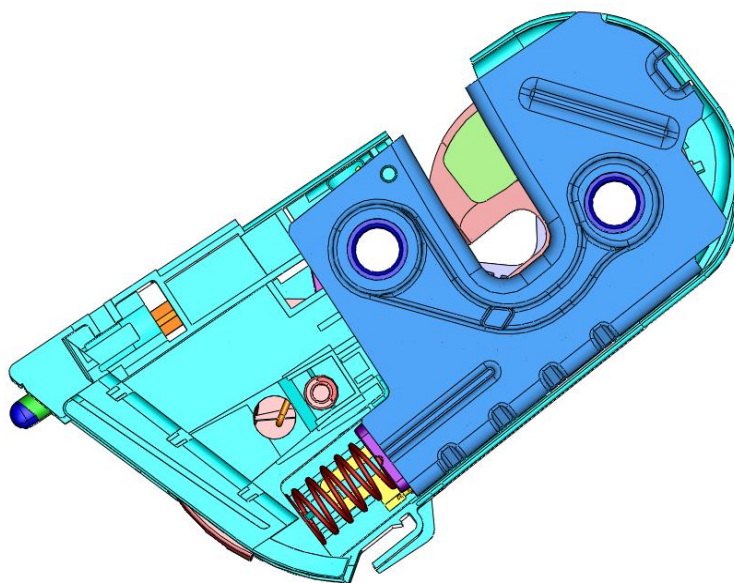
3.1.1 Vyráběný díl

Na této výrobní lince, se skládají zámky, které drží zadní sedačky ve vzpřímené poloze. Vyrábějí se dva typy, levý a pravý. Obsahují indikátor, podle kterého je vidět, zda je zámeček

zamčený nebo odemčený. Tento indikátor se také testuje, zda se vysouvá a zasouvá do normovaných rozměrů. Rozměry mají toleranci, která se dá nastavit z OP, viz obrazovka na obr. 23. Dále testujeme všechny přítomné díly, funkčnost celého zámku, a zalisujeme. Na obr. 2 je vidět zámek v pohledu z vrchu, bez plechu, tak jak se testuje v inspekčním stroji. Obrázek č. 3 ukazuje hotový a zalisovaný zámek.



Obrázek 2 Zámek bez plechu - odemčený



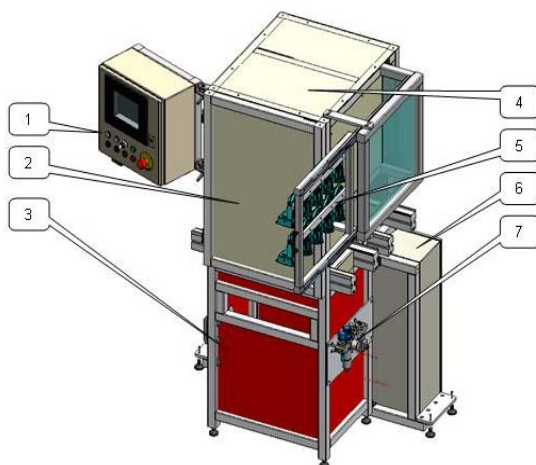
Obrázek 3 Zámek s plechem, zamčený

3.2 Inspekční stroj AP35

Na tomto pracovišti se kontroluje téměř vše, co by mohla eventuálně obsluha zapomenout, a to v době, kdy není díl ještě zalisován, nemusí se jeho rozebráním trávit hodně času a používat další nástroje. Většina dílů se kontroluje indukčními čidly, Zbytek kamerami,

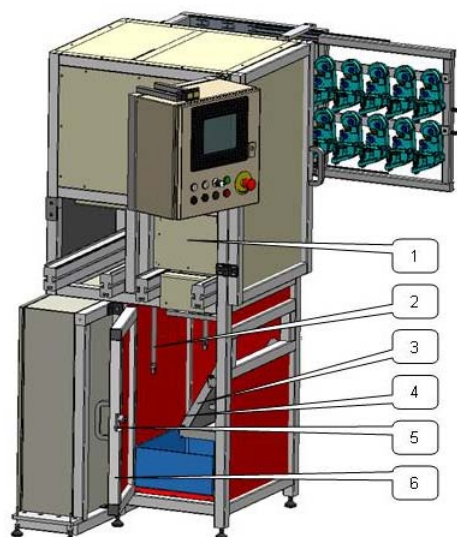
ale u kamer si musíme dát pozor, aby měli díly statickou pozici. U ručně zakládáných pružin a kontrolou kamerami je problém s natočením pružinky.

Základem stroje RVL GM GAMMA- Inspekční stroj (obr. 4) je rám z hliníkových profilů. Krytování stroje je provedeno pomocí plechu (obr. 4, č. 4), přístupné části jsou kryty dveřmi s číslem 2 na obr. 4 a jištěnými bezpečnostními zámky SICK. Všechny tyto prvky jsou řešeny hlavně z bezpečnostního hlediska, kvůli zatmavení a omezení případných odlesků. Na rámu stroje jsou ostatní součásti stroje. Zleva skříň rozvaděče RA1 s číslem 1 na otočných kloubech, který obsahuje prvky pro sledování výsledků, rozvaděč RA2 je vidět s číslem 6 v zadní části stroje, číslo 5 má výsuvný rám s nastavnými kusy umístěn v horní pravé části a vpravo dole s číslem 7 je vzduchová stanice (FESTO).



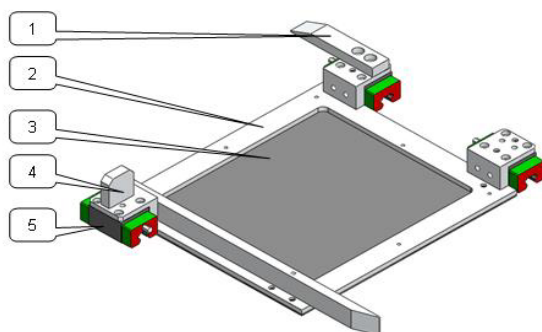
Obrázek 4 RVL GAMMA - Inspekční stroj

Na obrázku 4, s číslem 3 je vidět Niobox z pohledu zepředu. Niobox, který je vidět v detailu na obr. 5, slouží k prohození dílu, na kterém jsme odhalili nějakou chybu (NIO-díl) do bedny, aby se nedostal vadný díl do balení, které putuje k odběrateli dílů. Vhození dílu do Niobou, skrze nerezový skluz s číslem 3 je hlídáno průletovými čidly k vidění na obr. 5 s číslem 4. Dveře s číslem 6 jsou uzamykatelné viz zámek č. 5.



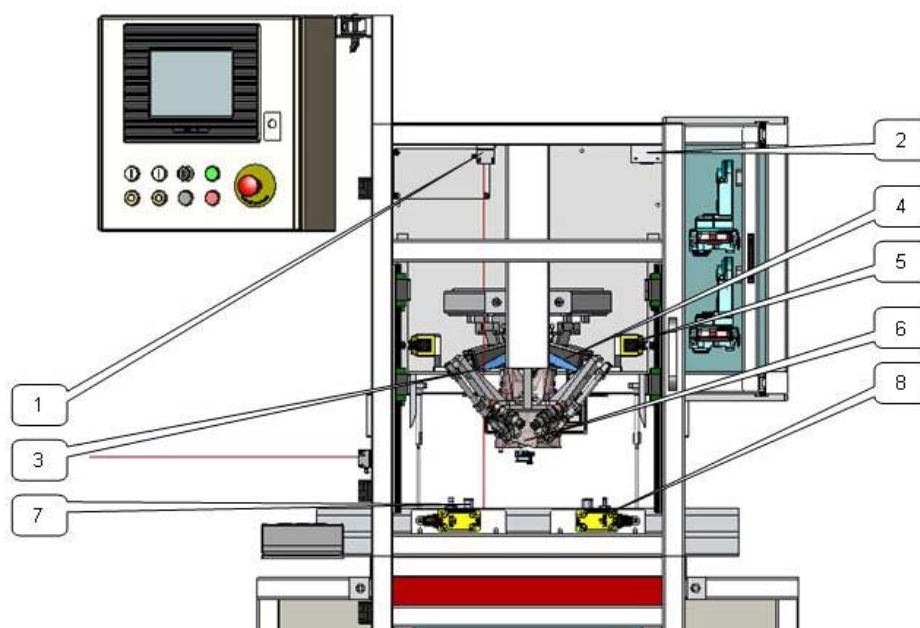
Obrázek 5 RVL GAMMA - Inspekční stroj

Padací dveře k vidění na obr. 5 s číslem 1 a v detailu na obr. 6 slouží k zatemnění prostoru stroje (č. 3) z důvodu snímání kamerami a kvůli bezpečnosti. Jsou složeny z několika částí. Vačky na obrázku 6 s odrážkou 1 slouží k spínání bezpečnostních snímačů v celém rozsahu otevírání dveří. Zdvih dveří zajišťuje pneumatický válec, opírající se o unášec, který je k vidění pod číslem 4. Válec je vidět na obr. 5 s číslem 2. Směr udávají vozíky nasazené na vodící lištu



Obrázek 6 RVL GAMMA - Padací dveře

Přední dveře automatu jsou jištěny bezpečnostním zámkem SICK (obr. 7). Ve stroji se nachází tři kamery SICK Inspektor I40 (obr. 7), které porovnávají aktuální zobrazení zámku na paletě s přednastavenou maskou pro daný typ a poté vyhodnotí výsledek testu.

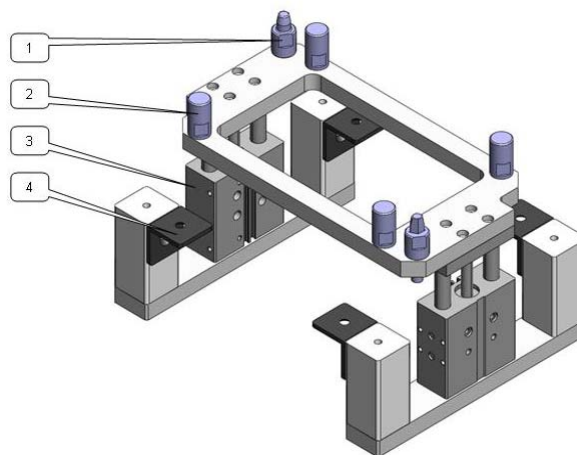


Obrázek 7 RVL GAMMA - pohled do stroje

Rozvodná skříň RA1 je umístěna z levé strany Inspekčního stroje (obr. 7). Slouží ke zjištění statusu stroje, a k částečnému ovládání. Obsahuje tlakové snímače na rozvod tlakového vzduchu ve stroji a v lince, zobrazovací jednotku SICK Inspector Viewer, sloužící pouze k zobrazování probíhající kamerové kontroly. Navíc jsou na panelu kontrolky na zjištění aktuálního výsledku testu. Jsou to tři červené, které signalizují chybějící sadu dílů, jedna zelená, když je díl v pořádku. Následují tlačítka na zapnutí a vypnutí stroje, klíček na přepnutí volného průjezdu strojem a bezpečnostní tlačítko Nouzové zastavení. Tlačítko zapnutí stroje je podsvětlené, aby byl jasně stanovitelný stav.

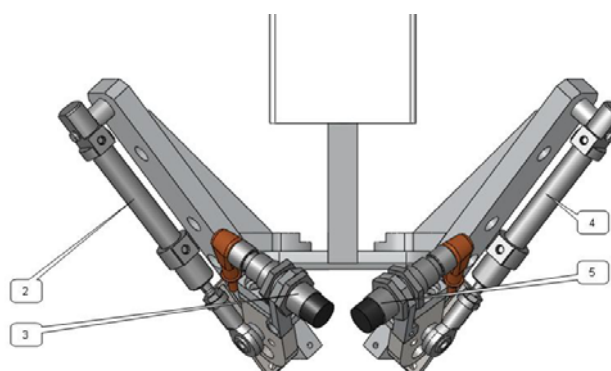
V pohledu do stroje na obrázku 7 vidíme, pod číslem 1, laserové čidlo na odrazku pro kontrolu otočení palety, pod číslem 2 bezpečnostní zámek Sick kontrolující zavření dveří. Dále jsou zde vidět dvě kamery Sick Inspector I40 s čísly 3, 4 a poslední zde není vidět kvůli profilu uprostřed stroje. Přípravek a zvedací stanice, s čísly 6 a 7 jsou popsány o pár odstavců níže. Poslední důležitá část, která je zde k vidění s číslem 5 a 8 jsou kladičkové bezpečnostní spínače i110. Tyto spínače mají bezpečnostní důvody pro použití na snímání polohy padacích dveří. Po uzavření nám naběhne tzv. bezpečné napětí. Bezpečné napětí je takové, při kterém jsou zavřeny všechny otevíratelné přístupy do stroje.

Zvedací stanice na obrázku 8 slouží k aretaci a zdvihu palety do pracovní pozice pomocí vymezovacích a ustavovacích čepů č. 3 a 4 na obrázku 8. Je umístěna uprostřed inspekční stanice, a po vyzdvižení palety pneumatickými válci (č. 3), se provádějí všechny úkony, například vystředění dílu, focení kamerami. Uchycena je ze spodní strany k dráze na úhelníky (obr. 8, č. 4). Je složena z několika částí. Základem je duralová deska osazená čepy připevněná k pneumatickým válcům.



Obrázek 8 RVL GAMMA - zvedací stroj

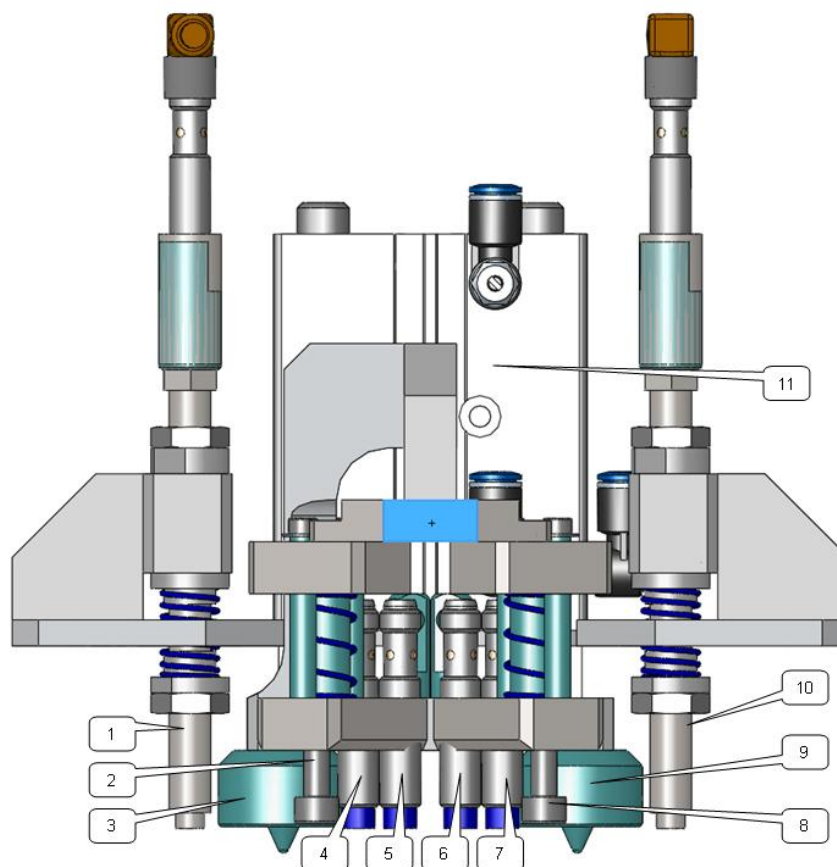
Přípravek má dvě hlavní části. První část je vidět na obrázku 9 a druhá část na obrázku 10.



Obrázek 9 RVL GAMMA - Přípravek - detekce pružin klínu

Tato část přípravku k vidění na obrázku 9 je tvořena dvěma válci č. 2 a 4, indukčními čidly s čísly 3, 5 a mechanismem, který pomocí válců přitočí čidla k dílu.

Druhá část na obrázku 10 je tvořená duralovou deskou s vodícími profily. Je na vysouvacím válci, aby nám nepřekážela, když testujeme kamerami. Důležitou část přípravku tvoří pneumatický válec na obrázku 10 s číslem 11, který má z čela přidělanou hlavu s detekčními čidly. Jeho funkcí je zároveň i přítlak pomocí naváděcích čepů s čísly 3 a 9. Čidla detekující přítomnost pružinek pro levý díl mají čísla 4, 5. Pro pravý díl jsou to čidla s čísly 6, 7. Tyto čidla jsou odpružené s dorazem na obr. s číslem 2 a 8, který se opírá o díl, abychom neničili čidla nárazem do dílu. Dále tato hlava obsahuje indukční čidla pro oba typy s dotykem, na testování přítomnosti pružinky rohatky. Ty jsou na obrázku vidět s čísly 1 a 10.



Obrázek 10 RVL GAMMA - přípravek - detekce pružin

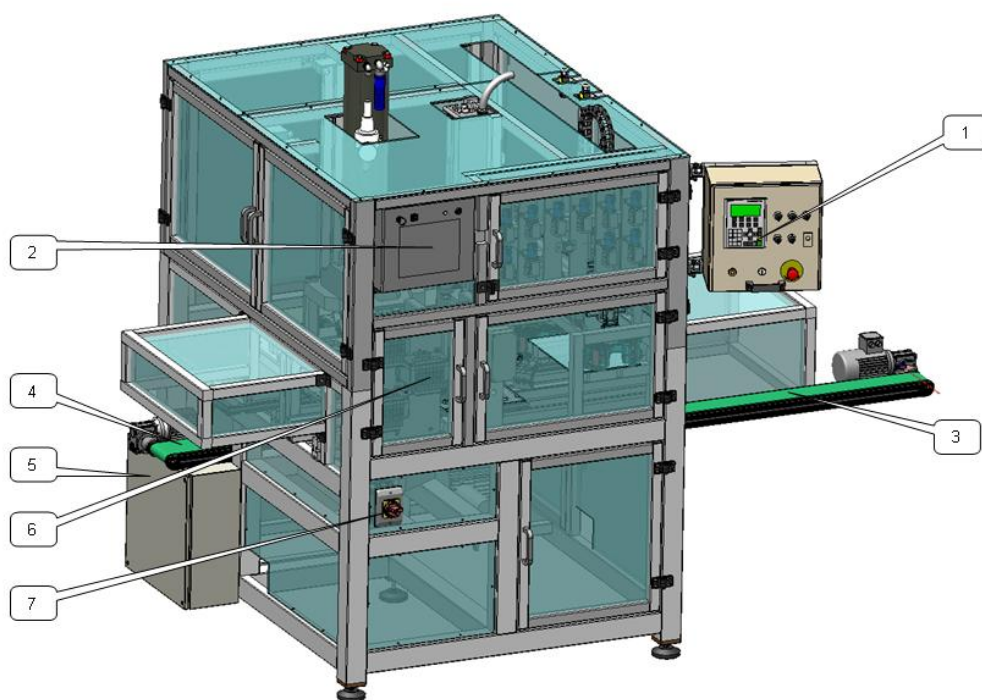
Seznam důležitých komponent a jejich použití v inspekčním stroji	
<i>komponenta</i>	<i>Popis, použití</i>
Indukční čidla	používají se na detekci součástek dílu
Siemens 153	Rozšiřující modul, připojený přes sběrnici PROFIBUS k plc, které je umístěné v rozvaděči RA2 na kontrolním stroji. Prostřednictvím tohoto modulu jsme schopni připojit další rozšiřující I/O karty.
I/O karty	Potřebné k ovládání válců, čidel a všeho ostatního.
Bezpečnostní moduly Sick	Kvůli bezpečnosti, v případě otevření dveří přeruší napájení a vypne řízení.
Sick Inspector I40	Kamerové senzory od firmy Sick. Testujeme s ním přítomnost součástí, rozlišujeme díl. Kamery bylo potřeba nakonfigurovat a naučit referenční obrázky.
Sick Inspector Viewer	Zobrazovací panel, schopný připojit se k Inspectorům, a zobrazovat v reálném čase probíhající test.
Vzduchová stanice	Rozvádí vzduch, do inspekčního stroje a do linky.

Tabulka 1 - Inspekční stroj - seznam komponent

3.3 Kontrolní stroj AP50

Kontrolní stroj (obr. 11) je zhotoven z hliníkových profilů. Krytování stroje je provedeno pomocí makrolonu, přístupné části jsou kryty dveřmi jištěnými bezpečnostními zámky SICK kvůli bezpečnosti, a krytí proti prachu.

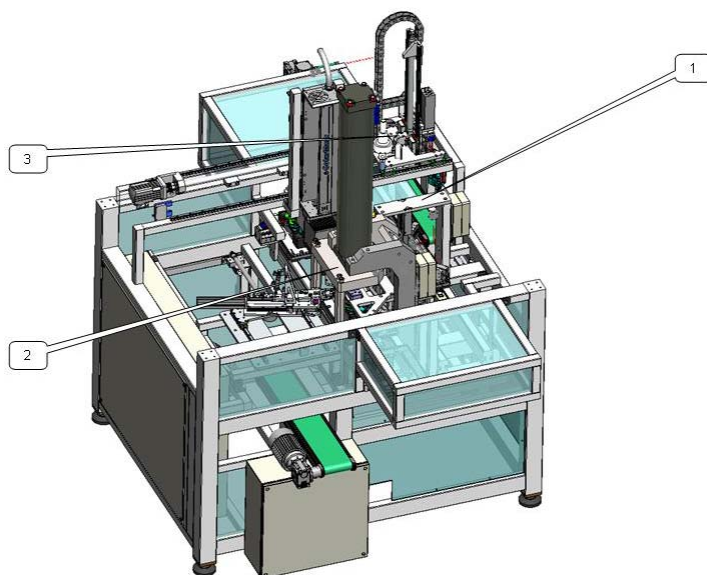
Na rámu stroje jsou všechny součásti stroje. Zprava na obrázku 11 je vidět rozvodná skříň určená k ovládání celé linky na otočných kloubech. Dále zde najdeme hlavní rozvodnou skříň v zadní části stroje, rozvodná skříň v levé zadní části stroje, na obrázku s číslem 5, ovládací panel laseru, za spodními dveřmi je vzduchová stanice (FESTO). Ze stroje vychází dva pásové dopravníky na dobré a špatné kusy. Jsou vidět pod čísly 3 a 4. Za prostředními dveřmi s číslem 6 jsou ventilové ostrovy Festo, a číslo 7 označuje umístění hlavního vypínače. Kontrolka obsahuje 3 pozice, které musí každý díl projet. Tyto pozice a jejich funkce jsou popsány dále v práci.



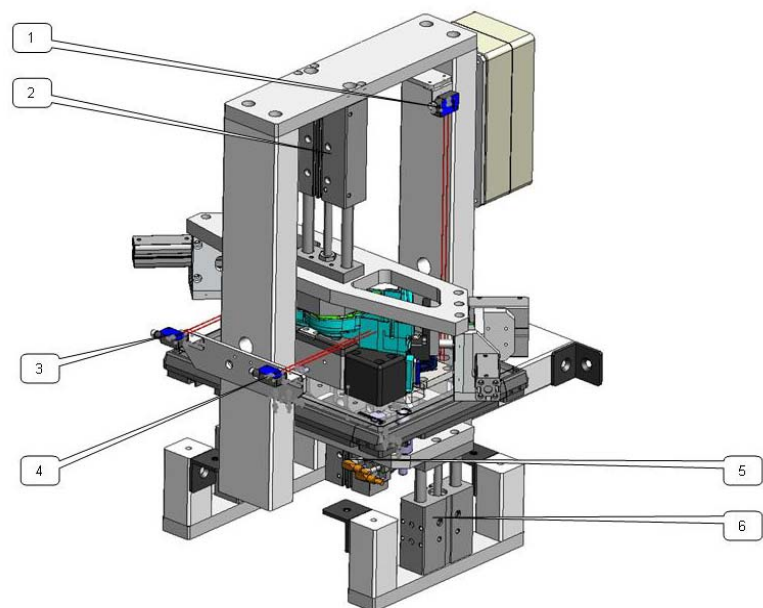
Obrázek 11 RVL GAMMA - Kontrolní stroj

3.3.1 První pozice

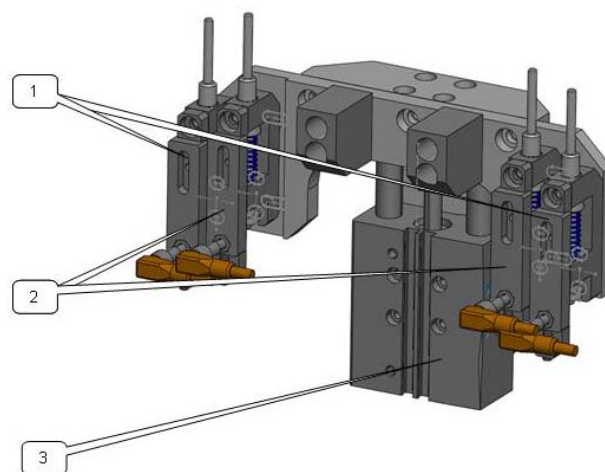
Na první pozici, která je vidět na obrázku 13, umístěné podle obrázku 12 jako první na pásu s ručními pracovišti se musí zkontrolovat nejprve správné otočení palety pomocí laserového čidla na odrazku s číslem 1 a následně snímáme přítomnost dílu pomocí laserových čidel s čísly 3 a 4, abychom mohli v automaticce rozeznat založený levý nebo pravý zámek. Zespodu je k pozici připevněn mechanismus zvedání palety s válcem označeným číslem 6. Dále obsahuje další válec zespodu s číslem 5 a detailem na obrázku 14. na válci jsou přidělané indukční čidla s odpruženými dotyky ke kontrole přítomnosti plastové krytky a pružinky indikátoru vidět je můžeme na obrázku 15 s čísly 1 a 2. Dále na aretačním válci který nám drží díl na místě. Tento válec je na obrázku 13 s číslem 2. Jsou zde umístěné indukční čidla na detekci plechu dílu, další válec Festo s indukčními čidly a odpruženými dotyky na kontrolu pružiny grifu a mechanismus pro odemykání zámků.



Obrázek 12 RVL GAMMA - Kontrolní stroj – zobrazení pozic



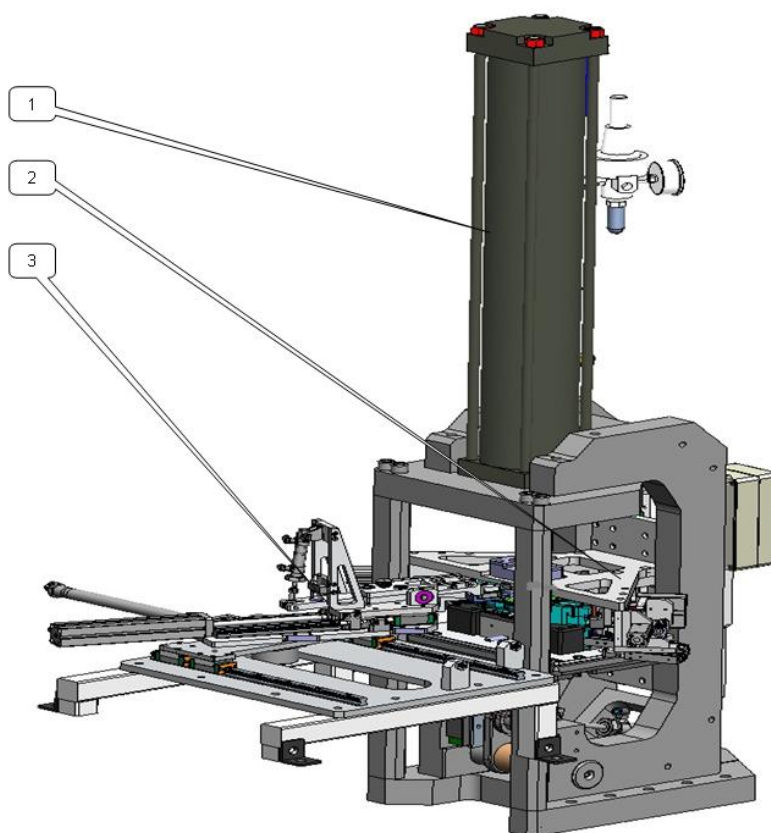
Obrázek 13 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - První pozice



Obrázek 14 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - pozice kontroly pružiny a krytky

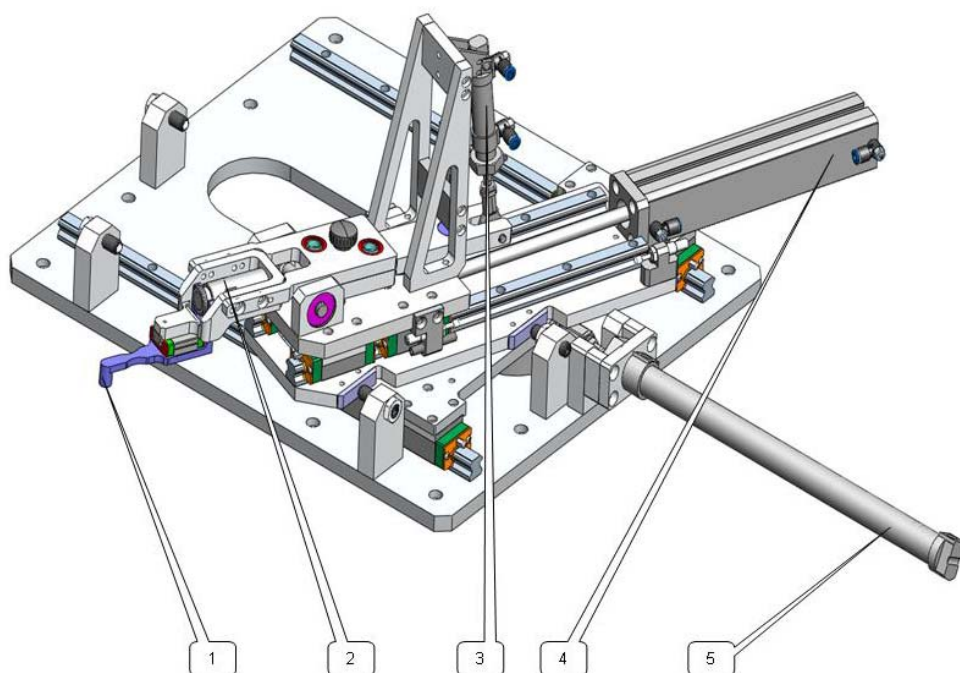
3.3.2 Druhá pozice

Druhá pozice, která je umístěná, jako první na vracejícím se pásu, jak je vidět z obrázku 12. Jako celek, izolovaná od zbytku stroje je vidět na obrázku 15. V této pozici kontrolního stroje je umístěn lisovací válec Tox s číslem 1 a mechanismus koleno-páky s podpěrou lisování. V horní části je na lisovacím válci připevněn pohyblivý mechanismus označen číslem 2, který pomocí optických čidel kontroluje správnou polohu indikátoru. Ze stran je připevněn stejný mechanismus odemykání zámku jako na první pozici, tentokrát seřízen, aby testoval odemykací sílu maximálně 45N. Je zde také umístěn mechanismus kontrolory zamknutí a test vytržení zámku. Tento mechanismus je vidět s číslem 3 a v detailu na obrázku 16. Zámek se mechanicky zamkne silou 100N a potom se trnem zkouší vytrhnout zámku silou 200N.



Obrázek 15 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - 2. pracovní pozice

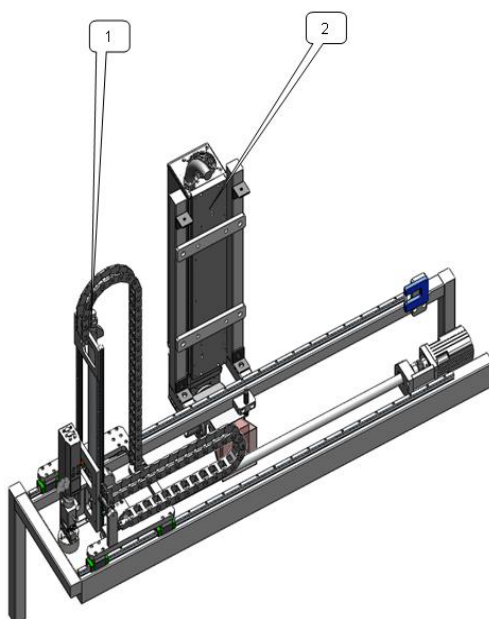
Zde na obrázku 16 vidíme zamykací trn, který má za účel testovat zamykání a zkoušet vytrhnout díl. Tento mechanismus je na pojezdech a pohyblivý, aby mohl být společný pro oba díly. Při změně typu a najetí automatu přesouváme pomocí válce číslo 5 na druhou stranu. Zamykací trn, který je vidět pod číslem 1, tlačí válec s číslem 4 do dílu a později zkouší vytrhnout zámek. Pod číslem 2 je vidět příprava na měření přesné síly pomocí kistlera, který se jednoduše pomocí redukce zasadí. Pro odjezd trnu slouží zdvih trnu válcem č. 3.



Obrázek 16 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - kontrola zamykání nebo vytržení

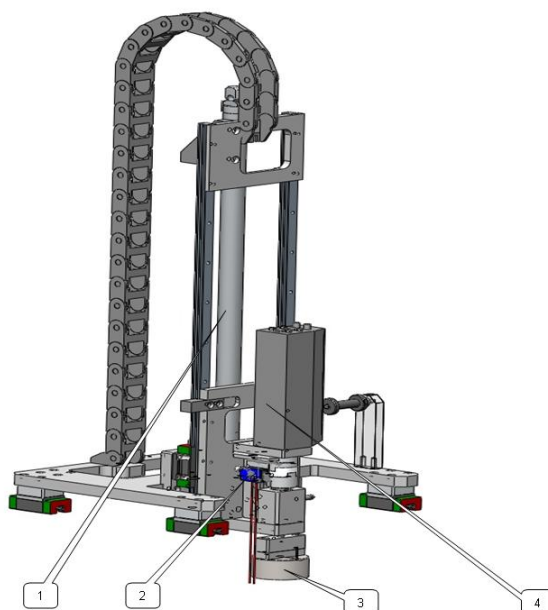
3.3.3 Třetí pozice

Poslední část stroje, podle obrázku 12 je pozice 3. Je na vracejícím se pásu poslední stanicí. Třetí pozice je vidět v detailu na obrázku 17. Dochází zde podle toho, jestli se jedná o dobrý kus nebo špatný kus k označení zámku laserem. Laser má řídicí jednotku vidět na přední straně kontrolního stroje (viz obr. 11, č. 2). Tato možnost je jednoduše vypnutelná, z důvodu možného výpadku laseru a také z důvodu testování. Zároveň je zde připevněn manipulátor s elektromagnetem, který zámek natočí do správné pozice pro značení a následovně zaveze a natočí na pás, podle toho, jestli vyšel v pořádku, nebo s nějakou chybou. Uvidíte ho pod číslem 1. Jsou zde dva dopravníky k vidění na obrázku 11 s číslem 3 je pás dobrých dílů a s číslem 4 pás špatných. Pohyb elektromagnetu mezi dopravníky je zajištěn EGC osou FESTO.



Obrázek 17 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - 3. Pozice

Obrázek 18 obsahuje v detailu manipulátor, s elektromagnetem pod číslem 3, čidlem na poznání dílu na magnetu s číslem 2 a krokovým motorem Festo, který popisuje číslo 4. Tento motor má na starosti natáčení dílů pro značení a odkládání na pás. Na tomto obrázku je ještě vidět válec s číslem 1. Tento válec zvedá díl z palety a pokládá na pás.



Obrázek 18 RVL GAMMA - Kontrolní stroj - manipulátor

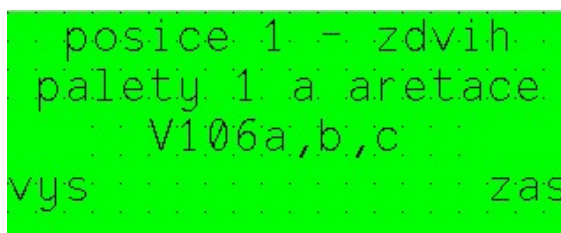
Seznam důležitých komponent a jejich použití v kontrolním stroji	
<i>komponenta</i>	<i>Popis, použití</i>
Siemens CPU 314 2DP	Řídící PLC, s tímto místem jsou propojeny všechny komponenty. PLC komunikuje přes sběrnici PROFIBUS.
I/O karty	Potřebné k ovládání válců, čidel a všeho ostatního, zapojené k PLC
Bezpečnostní moduly Sick	Kvůli bezpečnosti, v případě otevření dveří přeruší napájení a vypne řízení.
Festo CMMS-AS	Řídící jednotka k servomotoru EMMS. Zapojená přes PROFIBUS, ručně konfigurovaná, aby plnila svoji funkci.
Festo servomotor EMMS	Servomotor, řízený jednotkou CMMS-AS, pohybuje manipulátorem skrze osu. Dosahuje ve spojení s použitou osou rychlosti 2,2m/s
Indukční čidla	používají se na detekci součástek dílu
elektromagnet	Tento magnet je umístěn na manipulátoru a ve spojení s válcem zvedá a pokládá díl.
Inteligentní motor MTR-DCI	Inteligentní motor s integrovanou řídicí jednotkou ovládáme přes I/O posláním čísla pozice, kterou musíme mít uloženou v programu motoru a odstartováním. Má na starost natáčení magnetu s dílem
Ventilový ostrov	Obsahuje všechny ventily na ovládání válců, připojen přes PROFIBUS
Laser Solaris a řídicí jednotka	V řídicí jednotce jsou uloženy zprávy, které vybíráme pomocí RS232. Tyto zprávy se značí na díl podle aktuálního stavu dílu.
OP77	Ovládací panel s obrazovkou, slouží k řízení celého stroje.
Lisovací válec TOX	Lisovací pneumaticko-hydraulický válec schopný dosáhnout síly 50kN. Používá se pro zalisování čepů a složení dílu.

Tabulka 2 – Kontrolní stroj - seznam komponent

4 REŽIMY PROVOZU:

4.1 Ruční provoz

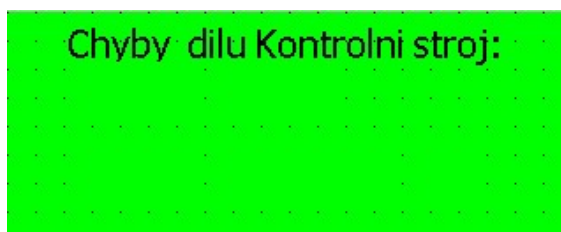
Ruční provoz slouží k ovládání všech mechanismů bez vazby na automatický cyklus. Používá se pro účely ladění a seřizování, jde spustit s přemostěním ochrany, a nemusíme se obávat, že se automat rozjede. Pro spuštění je potřeba klíč MS1. Na obr. 19 je vidět jedna maska z ručního režimu. Každý ventil má vlastní obrazovku a ovládá se stiskem kláves F1/F4.



Obrázek 19 jedna maska z ručního režimu

4.2 Kontrolní provoz

Slouží ke kontrolování cyklu, oproti klasické automaticce nepřičítá dobré a špatné kusy. Kus projíždí celým cyklem a neznačí se laserem. Používá se dohromady s nástavnými kusy, na kterých jsou nasimulované chyby, které mohou nastat. Zde se kontroluje opakovatelnost a vyhodnocování chyb. Je potřeba mít klíč MS1 pro povolení, nutnost projet alespoň jednou nástavné kusy před a po každé směně a také při změně typu. Na obr. 20 je vidět obrazovka, na které se zobrazují čísla chyb, které nám automat našel.



Obrázek 20 obrazovka kontrolního režimu

4.3 Automatický cyklus

Nejběžnější a nejpoužívanější cyklus, používá se k výrobě a označení kusů. Zde se dá listovat obrazovkami, kde je aktuální stav se zobrazením počtu vyrobených kusů, načtené výrobní dávky, výchozí polohy jednotlivých pozic a aktuální typ (obr. 21). Následuje obrazovka, kde jsou cykly stroje a aktuální počty vyrobených dílů (obr. 22). Na další obrazovce se mění typy.

Zmáčknutím F2 listujeme seznamem typů dílu a po správné volbě musíme potvrdit klíčkem MS1. Následují obrazovky pro měření času cyklu, nastavení tolerancí měření indikátoru s posledními naměřenými hodnotami (obr. 23, kde **od** - značí odemčený díl a **za** - zamčený) a pár dalších obrazovek, kde se dá po zadání přístupového hesla spouštět a vypínat jednotlivé testy chyb.

```
IO:00000 VP:IS 1 2 3
AUTOMAT.   ☐ ☐ ☐ ☐
M:0000/0000
S:0000/0000      T0
```

Obrázek 21 první obrazovka automatiky

```
Cykly stroje:00000000
IO           : 000000
NIO          : 000000
NIO celkem   : 000000
```

Obrázek 22 obrazovka s aktuálními počty dílů

```
Merení indikátoru LE
od Min: 00.0 Max: 00.0
za Min: 00.0 Max: 00.0
last od: 00.0 za: 00.0
```

Obrázek 23 jedna z obrazovek nastavení indikátoru

4.4 Reset

Reset se používá, k inicializaci stroje a v případě, když nastane chyba stroje, tak resetem uvedeme všechny válce do základní polohy a smažeme chyby. Provádí se po spuštění stroje automaticky, pokud tedy není při startu otočený klíček pro ruční režim. Jinak je potřeba mít klíč MS1.

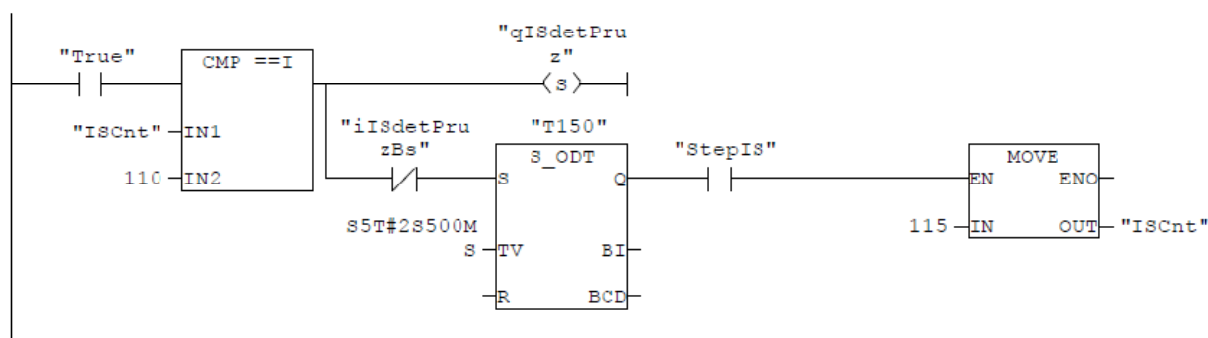
4.4.1 Dlouhý reset

V případě, že je potřeba, aby díly na paletě se znovu nezpracovávali, otočíme klíčkem MS1, podržíme ho déle než 5 sekund a po puštění se provede tzv. dlouhý reset, který nasetuje příznaky pro přerušení v cyklu a provede se reset.

5 POPIS AUTOMATICKÉHO CYKLU:

Je rozdělen do několika paralelně volaných funkčních bloků. Tyto bloky jsou na sebe nezávislé, volané z OB1 a předávají si část datového bloku, ve které jsou uloženy statusy jednotlivých pozic, chyby dílu, palety a všechno potřebné na každou paletou.

5.1 Funkční blok pro ovládání Inspekčního stroje:



Obrázek 24 příklad jednoho networku, toto je konkrétně nw. č. 13

Zde se kontroluje díl, před dokončením ruční montáže, automatiky, aby se při zapomenutí součástky dílu, mohl díl pouze opravit. V tomto stroji ještě není zalisován. Může obsahovat chyby 17 – 26 viz tabulka č. 3.

Po najetí palety do stroje se spustí padací dveře samospádem kvůli bezpečnosti, následuje jejich přitažení vzduchovými válci. Po zavření dveří naběhne bezpečný vzduch pro ostatní pohyby, následuje zdvih palety. Jakmile je paleta zdvihnutá, zjistíme pomocí kamer, co máme za díl na paletě. Pokud náhodou není žádný založen, automat spustí paletu a otevře dveře, aby mohla odjet. Jinak začne probíhat automatický cyklus, vyjede válec s přípravkem pro vystředění a kontrolou součástí. Následuje vyjetí válců s čidly a vystředění dílu. Dále probíhá mechanická kontrola přítomných dílu. Podle aktuálně zpracovávaného typu vybere správné čidla, a pokud nejsou vypnuté testy chyb, zapíše případné chyby do paměti. Zasuňme tyto válce, aby mohl proběhnout kamerový test. Po zpracování kamerových testů, opět záleží, zda máme vypnutou nějakou chybu, položí paletu zpátky na pásy a zpracuje výsledky. Podle výsledků rozsvítí diody na zobrazovacím panelu, otevře dveře, a pokud je díl v pořádku, projede na poslední ruční pracoviště. Pokud v pořádku není, díl se zastaví za strojem, na zářávkě speciálně za tímto účelem umístěné s čidlem přítomnosti dílu na paletě, abychom ho museli prohodit NIO boxem. Následuje odjezd prázdné palety a začátek cyklu.

Inspekční stroj – testované chyby	
číslo chyby	text chyby
17	chybí rohatka
18	chybí nebo špatná poloha plastového klipu
20	chybí pružinka západky
21	chybí pružinka rohatky
22	chybí pružinka – saně 1
23	chybí pružinka – saně 2
25	chybí pružina klínu - malá
26	chybí pružina klínu - velká

Tabulka 3 - inspekční stroj - seznam chyb dílu

5.2 Funkční blok pro ovládání Pozice 1:

V této části automatického cyklu se zaznamenávají chyby 1 – 4 viz tabulka č. 4.

Tato pozice nejprve zjistí pomocí laserového čidla na odrazku, jestli náhodou není otočená paleta a za pomoci dalších laserových čidel, zda je založen díl. Následuje zdvihnutí a za-aretování palety s dílem, a protože zámek je po dokončení ruční montáže v nefungujícím stavu musí se nejprve odblokovat, aby mohla být testována funkčnost. Po odblokování najedou válce s detekčními dotyky do dílu a zkontrolují přítomnost dílů, Které se nekontrolují v inspekčním stroji. Následuje návrat do základní polohy, zapsání chyb dílu, stavu aktuální palety a odeslání palety i s datovým blokem do další části stroje.

5.3 Funkční blok pro ovládání Pozice 2:

V tomto bloku se zaznamenávají chyby 5 – 9 viz tabulka č. 4.

Zde se po přijetí palety do pozice stáhne datový blok s daty dílu z mezi-pozice a automatika zjistí, jestli díl zpracovávat. Pokud se má zpracovávat, tak zdvihne paletu, přisune koleno-páku jako podpěru pro lisování a zalisuje díl. Zalisování se kontroluje čidlem tlaku, na kterém musí být přes 100 bar. Přisune válce odměřování indikátoru, dotyk odemykání a přesune zamykací trn pro aktuální díl. Odemkne silou 45N a eventuálně zapíše chybu, která se pozná podle čidla na válci umístěného přesně v místě, kam může dotlačit díl, který je správný. Když nedojede na čidlo, zaznamená chybu. Zkontrolujeme, jestli se rohatka zámku otevřela s případným vyhodnocením chyby a změříme výšku indikátoru. Pokud se nevejdeme s naměřenými hodnotami mezi zadané tolerance, tak zapíšeme chybu. Připravíme zamykací trn

spuštěním dolu a následuje test zamčení zámku silou 100N. Vyhodnocení této chyby se provádí taktéž nastaveným čidlem na válci. Pokračujeme měřením indikátoru v zamčené poloze. Zde se provádí stejná kontrola jako u odemčeného dílu a stejné vyhodnocení chyby. Následuje zkouška vytržení zámku silou 200N. Pokud se nám nepodaří do určitého času dotáhnout válec do základní polohy, tudíž vytrhnout zámek, následuje zdvih a odjetí zamykacího trnu, odemčení zámku silou 45N s testem chyby, zkontrolování jestli je odemčená rohatka, také s vyhodnocením chyby a nakonec odjetí do základní polohy. Každá z vyjmenovaných chyb se dá vypnout jednoduše po zadání hesla na ovládacím panelu.

5.4 Funkční blok pro ovládání Pozice 3:

Na tomto místě se provádí rozdělení, jestli je potřeba přesunout kus na pás se zkontrolovanými díly bez chyby, nebo na pás špatných dílů. Nejprve přijede manipulátor na pozici pro vyzvednutí dílu, následuje najetí, zkontrolování přítomnosti dílu a aktivace magnetu. Jakmile je magnet aktivní, můžeme díl zvednout, natočit do správného úhlu pro značení, odjet s manipulátorem k poloze laseru a následuje značení (pokud není spuštěn kontrolní režim, nebo pokud není vypnuté značení). Značíme předem naučené zprávy podle aktuální chyby, nebo pokud je díl v pořádku, tak vypalujeme číslo, které určil zákazník. Je zde také umístěn den, číslo směny a týden, aby se později dalo zjistit, kdy se díl vyráběl. V případě chyby, vypálí jenom typ časového označení a první chybu, kterou jsme našli. Po dokončení pokračujeme směrem k vybranému pásu a zároveň natáčíme díl pro odložení. Po odložení dílu se vrátíme do základní polohy a automat je připraven zpracovat další paletu.

Kontrolní stroj – testované chyby	
číslo chyby	text chyby
1	chybí pružinka indikátoru
2	chybí krytka pružinky
3	NIO dráha kliky odblokování
4	špatná pružinka grifu
5	chyba indikátoru odemčený zámek
6	nelze odemknout rohatka tlakem 45N
7	nelze odemknout v požadovaném čase
8	nelze zamknout
9	zámek lze vytrhnout

Tabulka 4 - kontrolní stroj - seznam chyb dílu

6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvořit a odladit software k výrobní lince RVL-GM Gamma.

Postupoval jsem, tak, že jsem začal programovat nejprve ruční režim s obrazovkami, abychom mohli naladit snímače a čidla. Následovalo psaní chybových hlášení s funkčním blokem. Dalším krokem bylo sepsání vývojového diagramu, a podle něj jsem napsal pozice automatiky s obslužnými bloky, které jsou také potřeba. Pokračoval jsem sepsáním bloku pro reset stroje.

Po dopsání programu začíná ladící část, kde je potřeba zkontrolovat zapojení, umístění a seřízení všech čidel. Zkoušení cyklu následovalo krátce po seřízení. Byla potřeba doladit stabilita testů, tzv. opakovatelnost.

Došel jsem k závěru, že z celého popisu práce programátora, je nejobtížnější odladit opakovatelnost, a předat stroj.

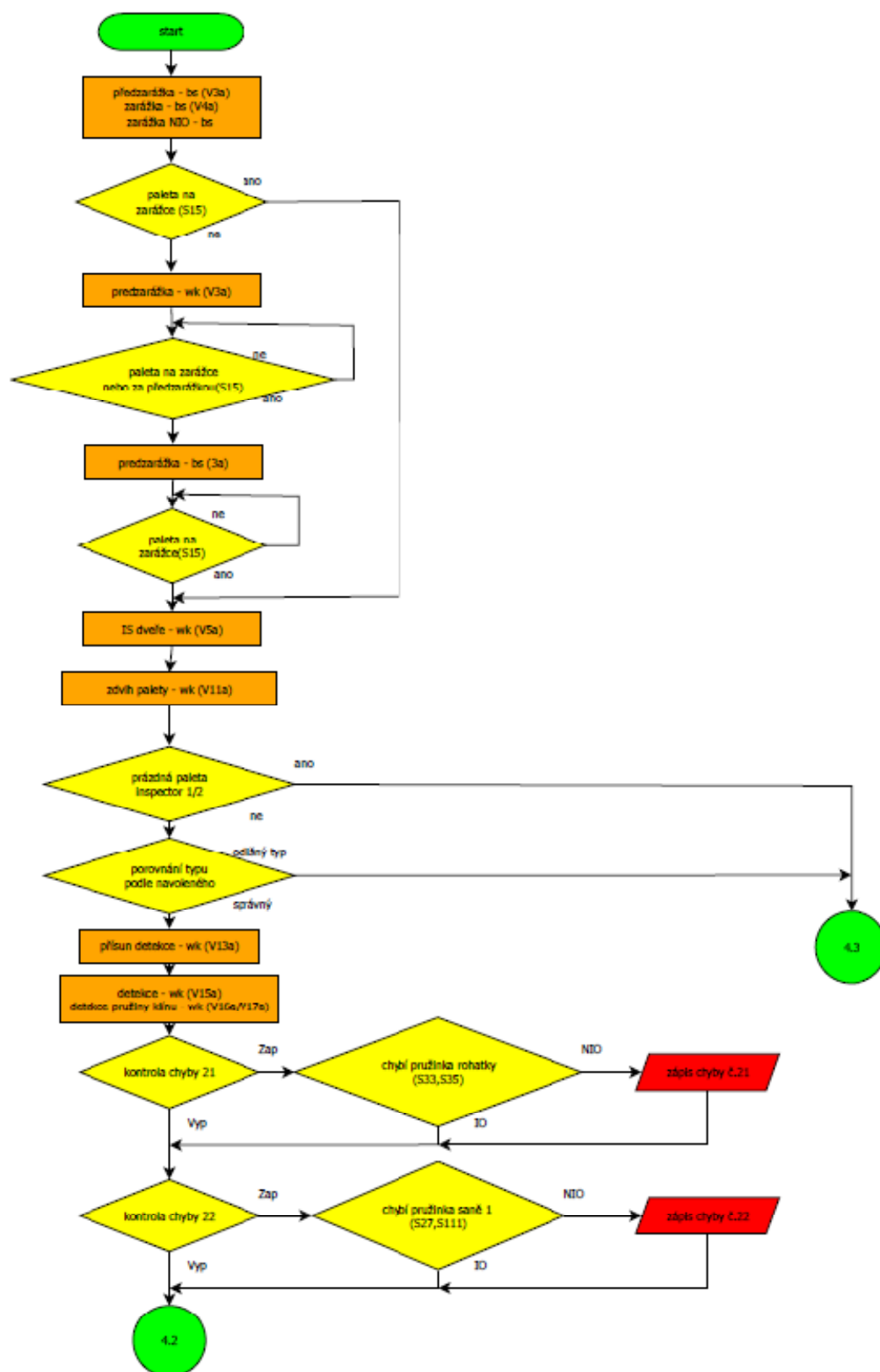
Výsledkem bakalářské práce je vytvořený program pro linku, která vyrábí a kontroluje zámký zadních sedaček do automobilu Opel Astra. Tato linka je v provozu a vyrábí na ní denně minimálně jedna směna zaměstnanců. Nejvyšší přípustný čas cyklu je 15s. Tento požadavek byl splněn. Program byl vytvořen pomocí programovacího prostředí Step7 a WinCC. Jednotlivá stanoviště jsou nezávislé, běží každá zvlášť jako samostatný automat. Jediný jejich společný bod, je datový blok, který si musí předávat na začátku cyklu.

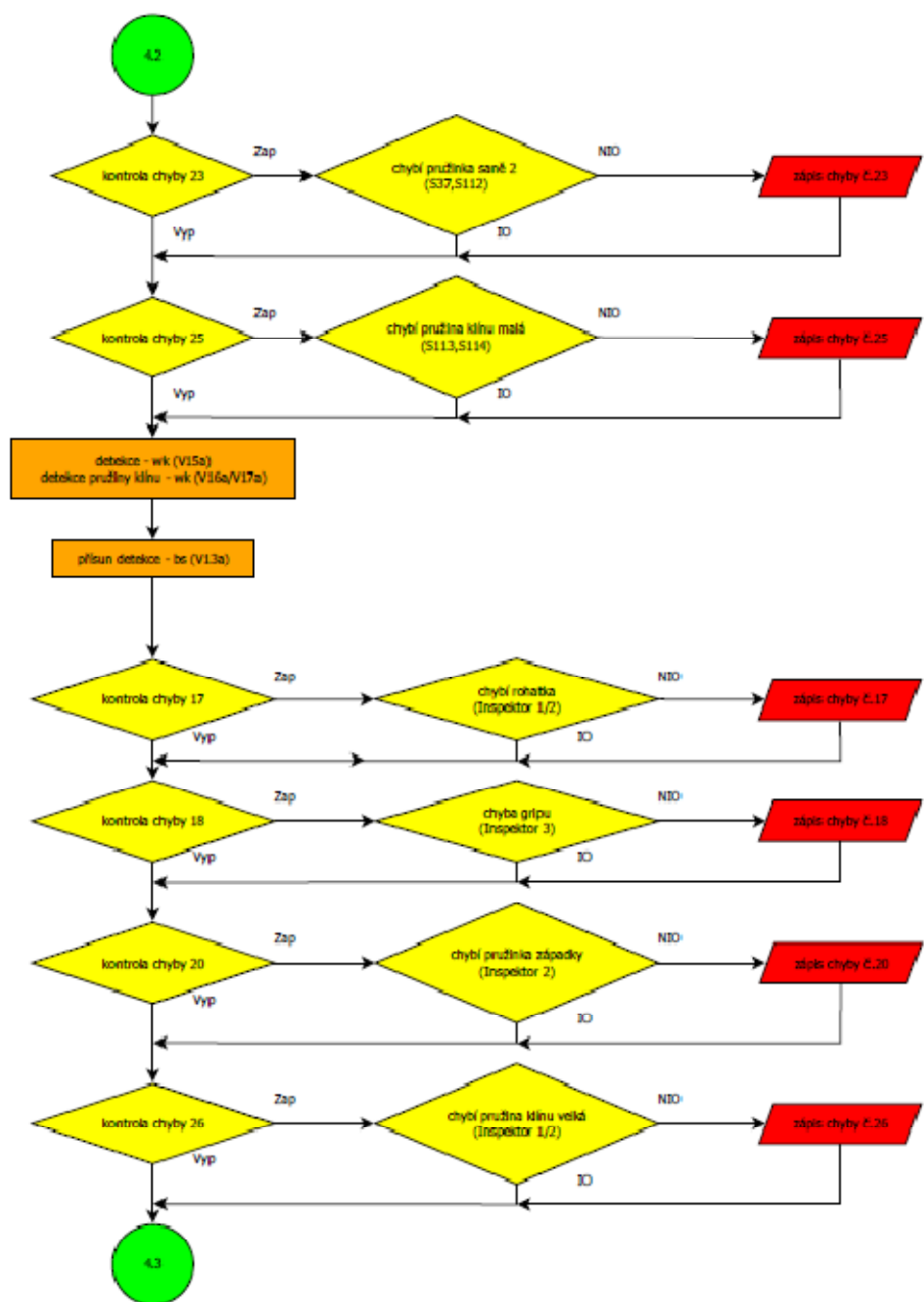
V příloze na CD je možnost shlédnout video a fotky, zachycující hotovou a pracující linku.

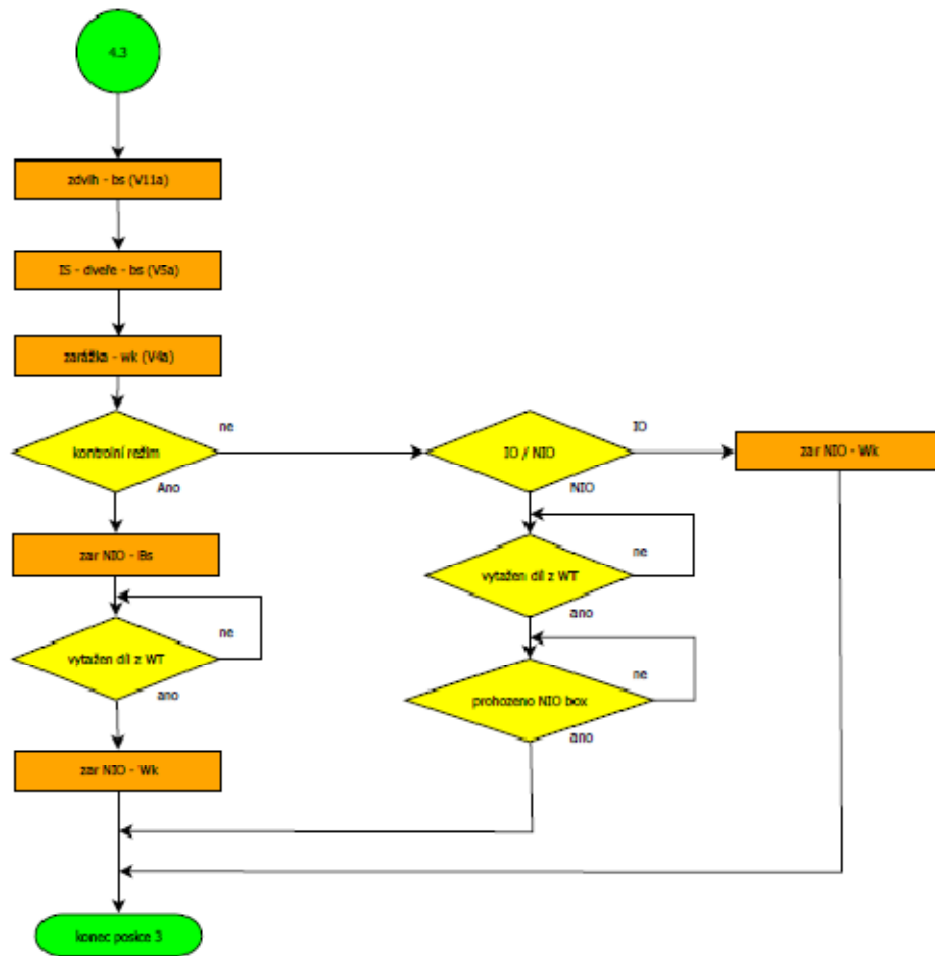
POUŽITÁ LITERATURA

- [1] RYDLO P. *Řízení elektrických střídavých pohonů*. Skriptum. FM TUL: 2007. ISBN 978-80-7372-223-4.
- [2] PAVELKA J., ČEŘOVSKÝ Z., JAVŮREK J. *Elektrické pohony*. Skriptum. ČVUT:2001. ISBN 80-01-02314-1.
- [3] PLÍVA Z., DRÁBKOVÁ J. *Metodika zpracování diplomových a bakalářských prací na FM TUL*. Skriptum. FM TUL: 2009. ISBN 978-80-7372-189-3.
- [4] SIMATIC. *Programming with STEP 7 V5.3*. Reference Manual. Edition 01/2004. Siemens AG 2004.
- [5] SIMATIC. *Ladder Logic (LAD) for S7-300 and S7-400 Programming*. Reference Manual. Edition 03/2006. Siemens AG 2006.

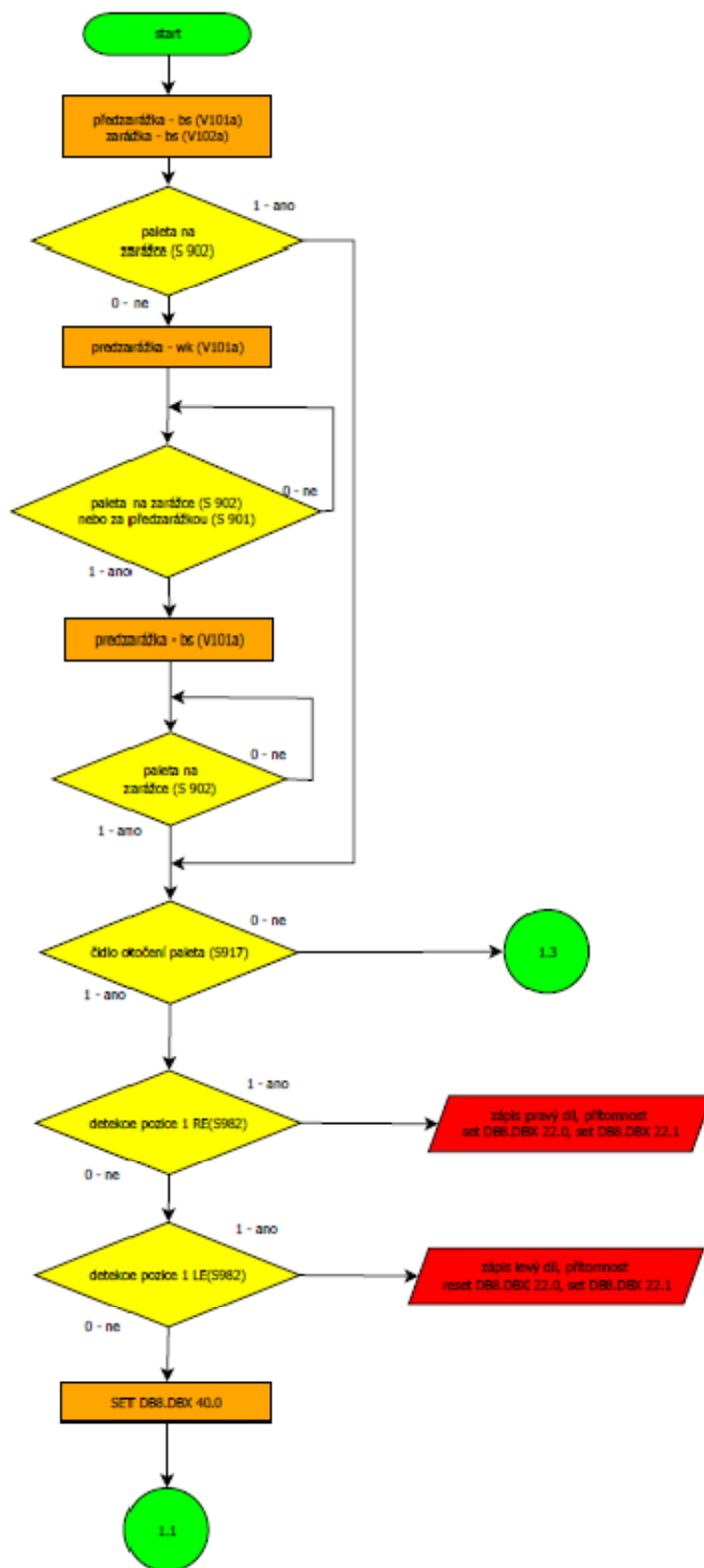
PŘÍLOHA A: VÝVOJOVÝ DIAGRAM INSPEKČNÍHO STROJE

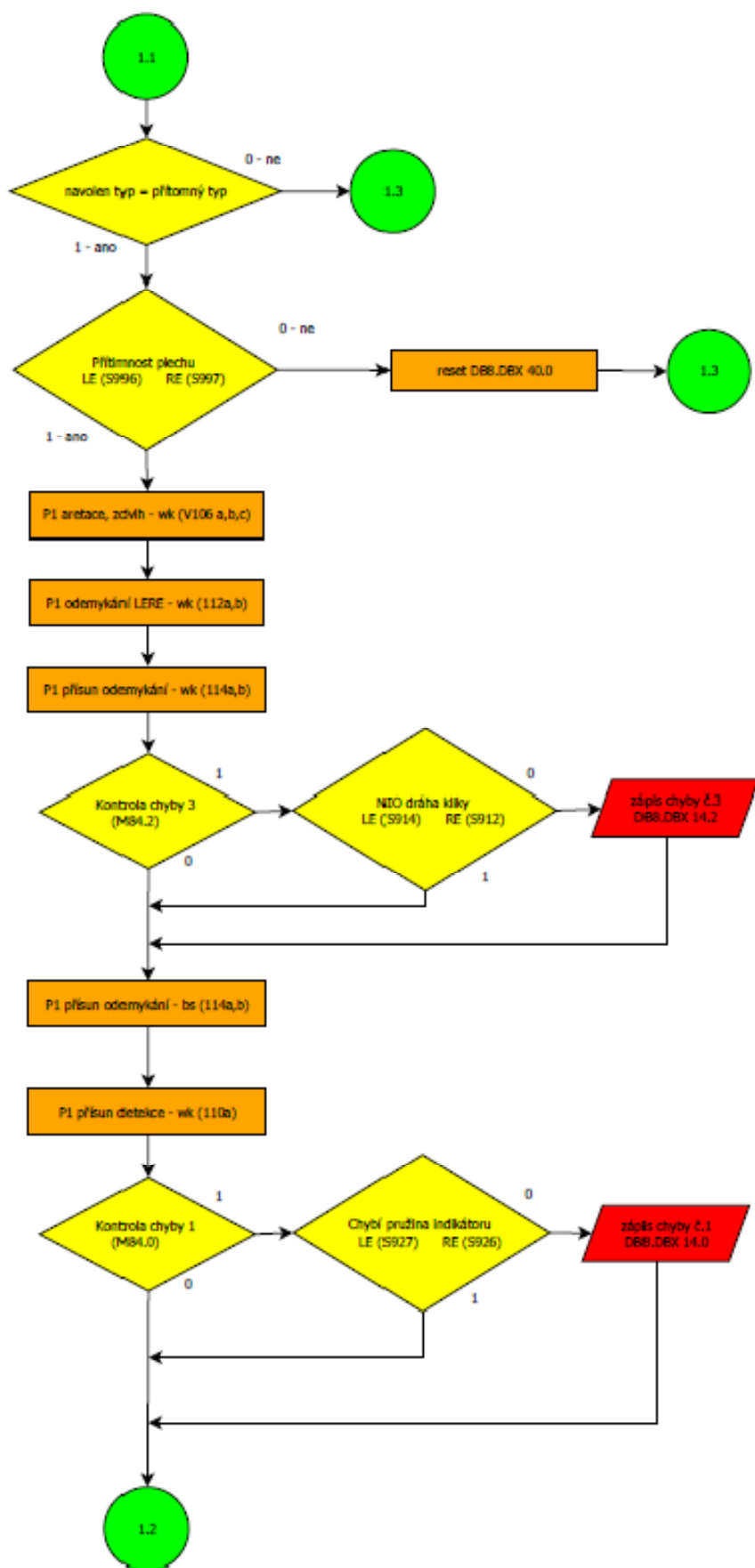


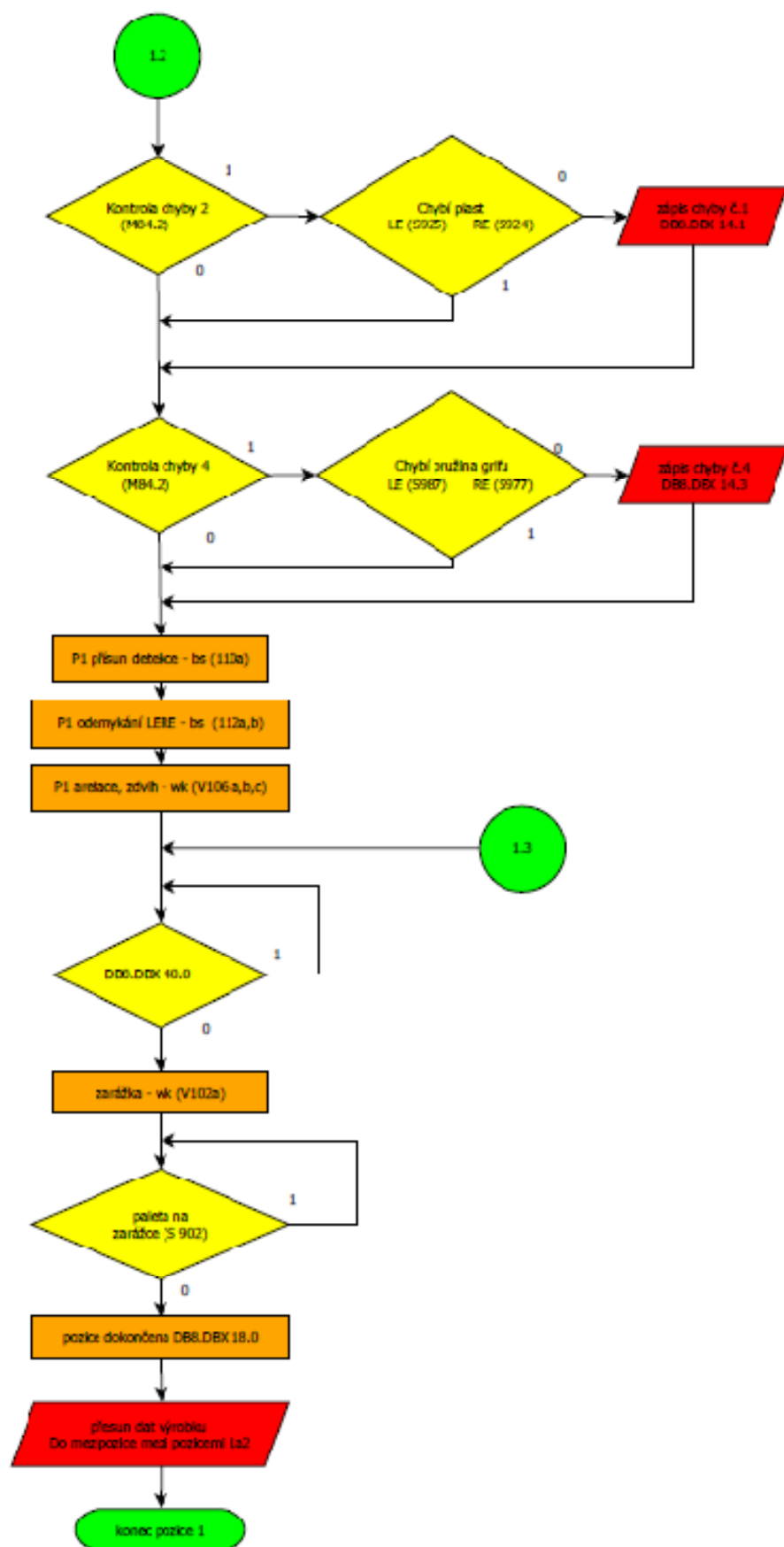




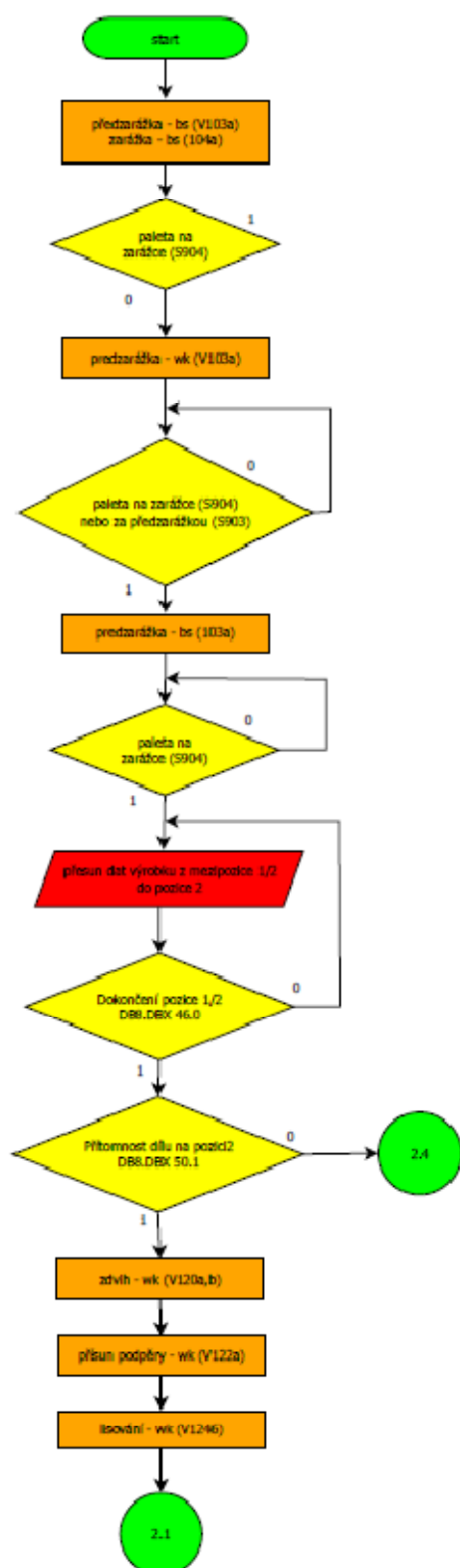
PŘÍLOHA B: VÝVOJOVÝ DIAGRAM POZICE 1

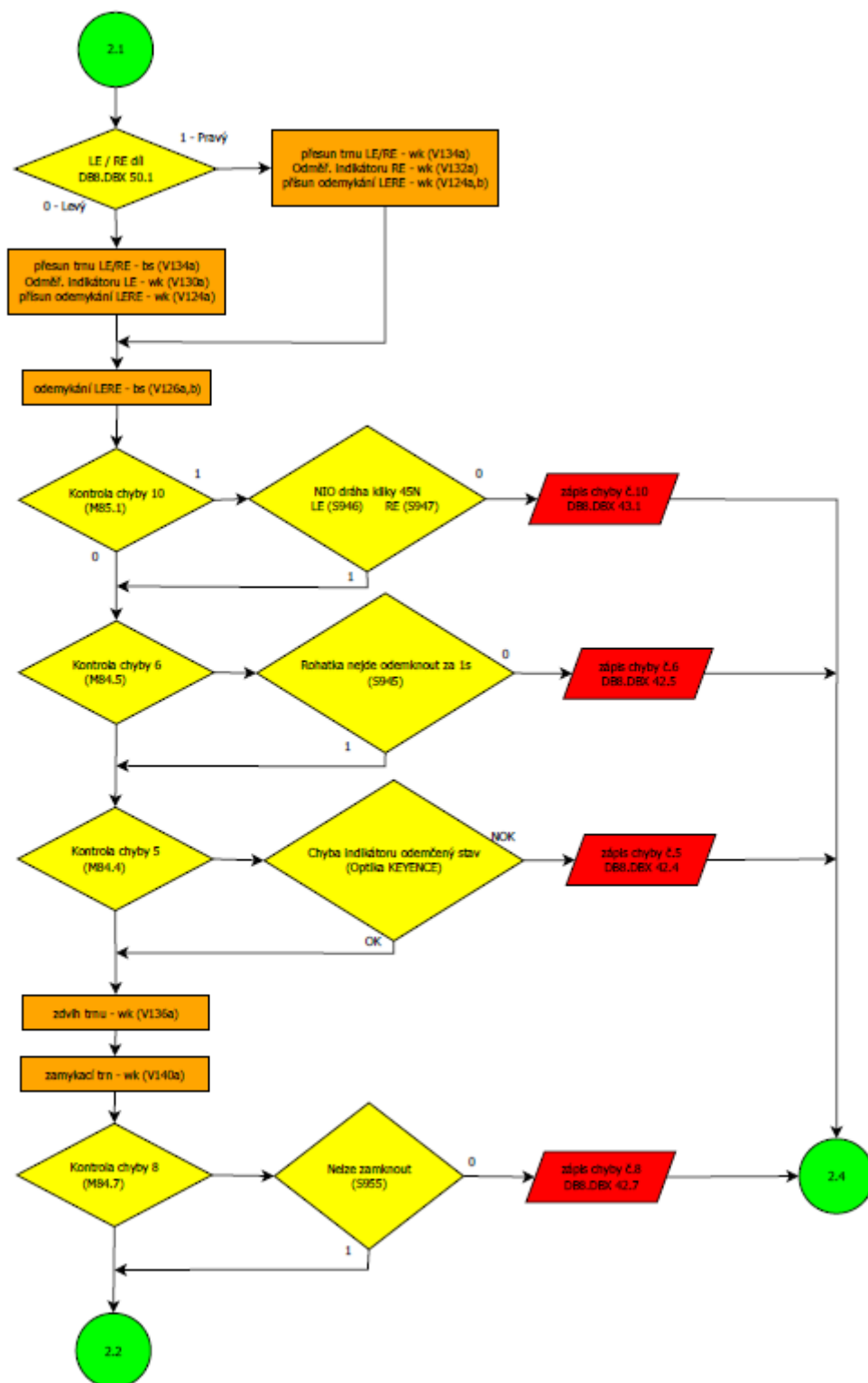


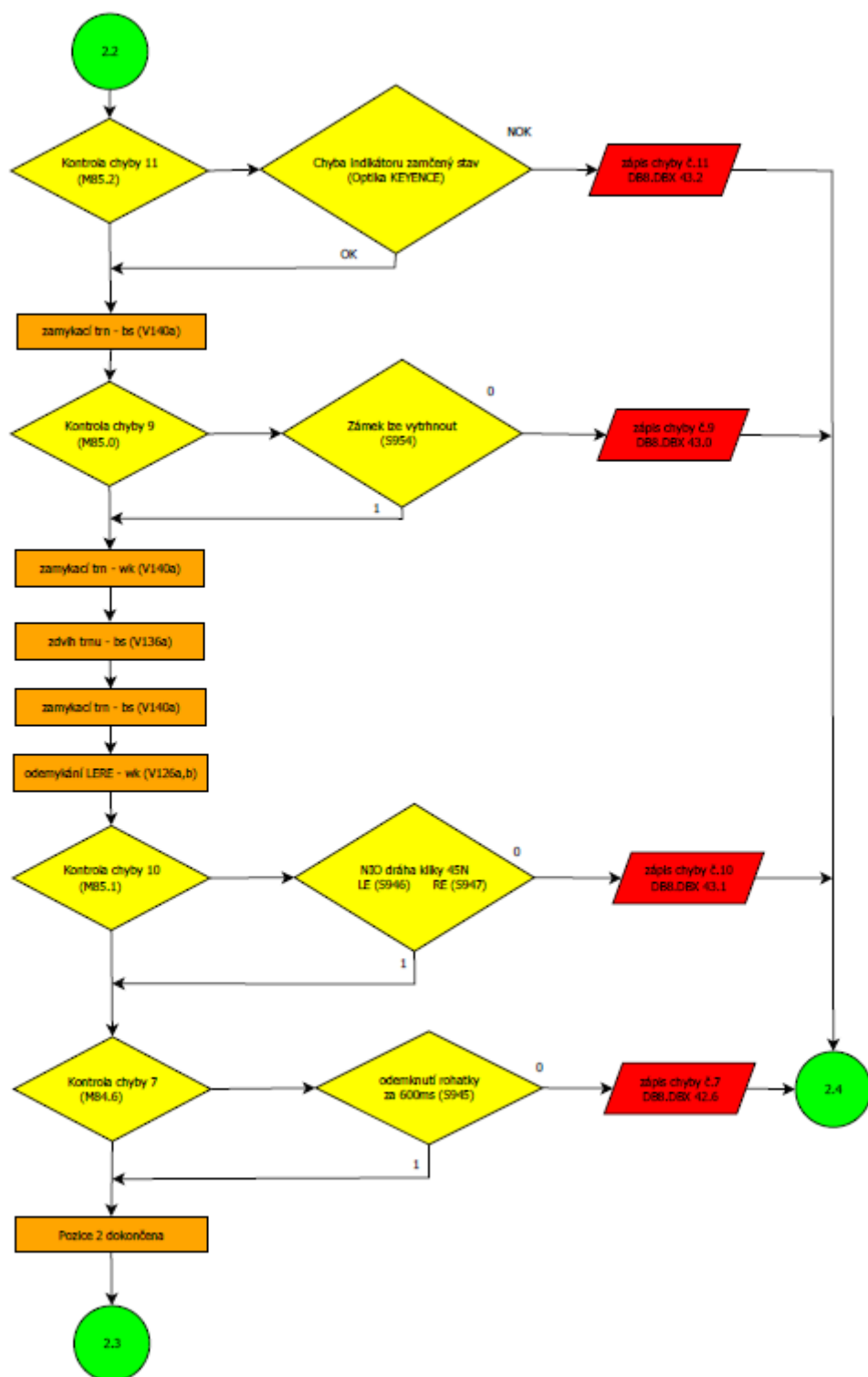


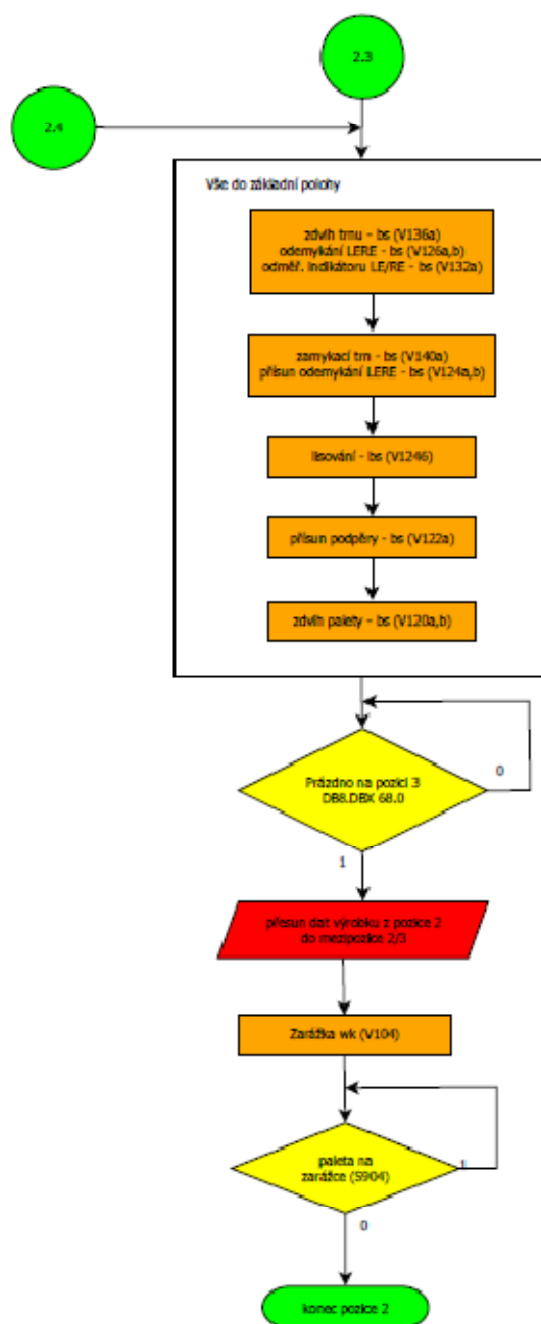


PŘÍLOHA C: VÝVOJOVÝ DIAGRAM POZICE 2

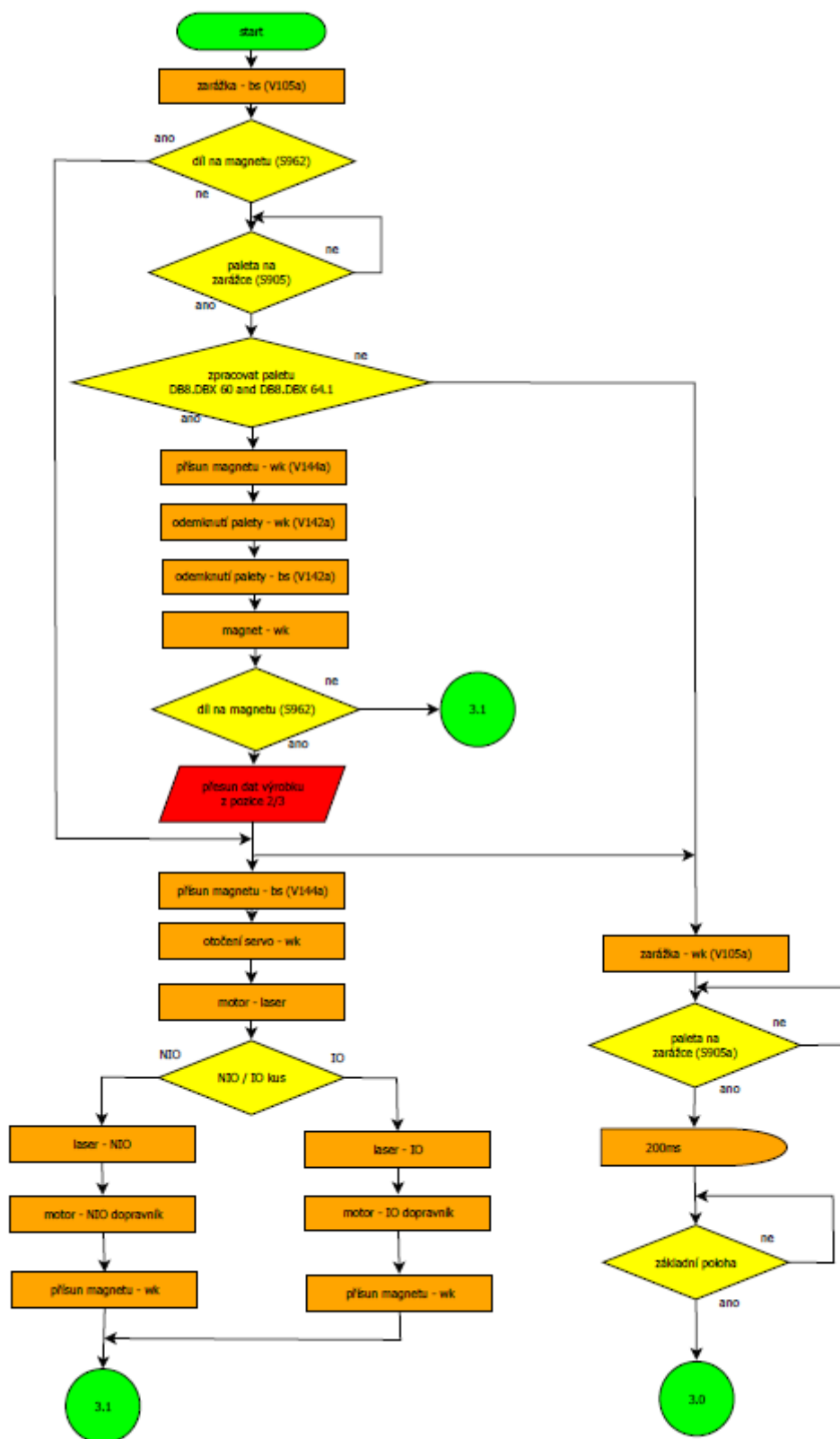


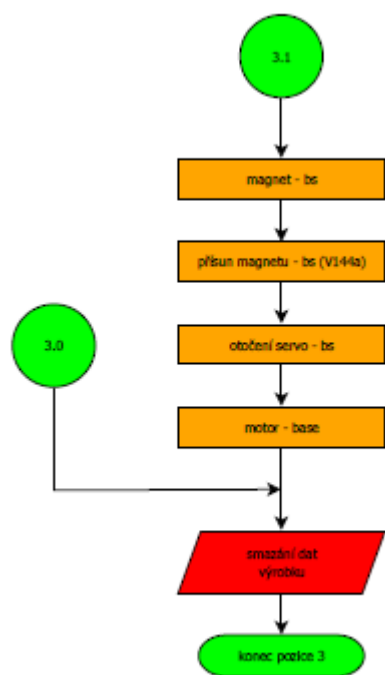






PŘÍLOHA D: VÝVOJOVÝ DIAGRAM POZICE 3





PŘÍLOHA E: CD

Obsah CD:

- bp
 - bp 110520.docx
 - dp 110520.pdf
- Elektro
 - 2010058 – RVL GM Gamma – KS 110219.7z
 - 2010058 – RVL GM Gamma – Linka 110307.7z
- Foto
 - „fotky hotového stroje“
- Pneu
 - RVL_Gamma_KS.pdf
 - RVL_Gamma_IS_100927a.pdf
- SW
 - 2010058 – RVL GM Gamma – soft_110211a.7z
 - Gamma – konfigurace motoru pro otacení a presun magnetu.7z
 - Gamma kamery_110207a.spr
- Video
 - „video z běhu hotového stroje“
- Vývojový diagram
 - 2010058_IS-RVL-GM_funkcni diagram.pdf
 - 2010058_IS-RVL-GM_funkcni diagram.dia
 - 2010058_KS-RVL-GM_funkcni diagram.pdf
 - 2010058_KS-RVL-GM_funkcni diagram.dia